

TNO-rapport  
TM-96-B015

titel  
**Het effect van gemeenschappelijke kennis  
op teambesluitvorming in een Command &  
Control taak**

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11  
Fax 0346 35 39 77

auteurs  
**J.M.C. Schraagen  
E.R. Koster**

datum  
**17 oktober 1996**

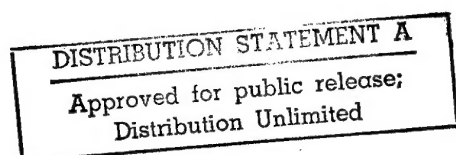
Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt  
door middel van druk, fotokopie, microfilm  
of op welke andere wijze dan ook, zonder  
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-  
opdrachten aan TNO, dan wel de  
betreffende terzake tussen partijen  
gesloten overeenkomst.  
Het ter inzage geven van het TNO-rapport  
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 41 (incl. bijlagen,  
excl. distributielijst)

© 1996 TNO

19970212 018



**DTIC QUALITY INSPECTED 3**



titel : Het effect van gemeenschappelijke kennis op teambesluitvorming in een Command & Control taak  
auteurs : Dr. J.M.C. Schraagen en E.R. Koster  
datum : 17 oktober 1996  
opdrachtnr. : B96-020  
IWP-nr. : 787.2  
rapportnr. : TM-96-B015

Moderne systemen dwingen tot onderzoek naar besluitvorming in teamverband: gedistribueerde besluitvorming, gemeenschappelijke kennis in teambesluitvorming en het afwegen van risico's in dynamische taaksituaties. Deze kennisontwikkeling is nodig vanwege militaire en civiele ontwikkelingen in de markt: militaire besluitvorming zal vaker gedistribueerd plaatsvinden waarbij het benutten van specialistische kennis een kritieke factor wordt in de beeld- en besluitvorming.

In het huidige onderzoek is het effect onderzocht van gemeenschappelijke kennis in teambesluitvorming in Command & Control taken. Hoewel in de huidige C2-taken specialistische kennis vaak berust bij één functionaris, kan men zich afvragen of het gemeenschappelijk hebben van die kennis door meerdere functionarissen het totale C2-systeem niet robuuster maakt tegen mogelijke verstoringen in de communicatie. Gegeven de hooggeautomatiseerde informatie-overdracht in moderne C2-systemen bestaat immers het risico dat verstoringen in de communicatie niet meer of te laat door één functionaris worden opgevangen. Een functionaris die vóór de verstoring in de keten zit en over kennis beschikt om de informatie toch nog te kunnen interpreteren, zou zo het effect van verstoringen kunnen minimaliseren. Daarnaast kan men zich afvragen of teamleden die over kennis beschikken die voor een deel gemeenschappelijk is beter presteren in niet-routinematige omstandigheden waarin die kennis nog slechts ten dele toegepast kan worden.

In een gesimuleerde C2-taak waarin dreigingspatronen gedetecteerd moesten worden en vervolgens eigen middelen ingezet moesten worden om de dreiging te bestrijden, hebben 22 teams van 2 personen ieder 16 experimentele scenario's gespeeld. De scenario's varieerden in de mate waarin de communicatie verstoord was en de mate waarin zij verrassend waren, dat wil zeggen waarin de verworven kennis al dan niet toegepast kon worden. In de helft van de teams beschikten beide teamleden over kennis om dreigingspatronen te ontdekken, in de andere helft van de teams beschikte slechts één teamlid over die kennis en moest hij of zij het andere teamlid expliciet instrueren om dreigingen te ontdekken.

De resultaten lieten zien dat teams waarin de kennis over teamleden gemeenschappelijk was de vereiste middelen vaker op het juiste moment hadden ingezet dan teams waarin de kennis beperkt bleef tot één teamlid. Dit effect deed zich vooral voor in die situaties waarin de communicatie verstoord was, echter niet in de verrassende scenario's. Wel was er een positief effect van gemeenschappelijke kennis op het doorgeven van gevaarmeldingen in routinematige scenario's.

Geconcludeerd kan worden dat gemeenschappelijke kennis helpt bij het inschatten van de dreiging, in het bijzonder in situaties waarin de communicatie tussen teamleden verstoord is. Door een snellere inschatting van de dreiging kunnen de vereiste middelen vaker op het juiste moment worden ingezet.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
1.1 Command & Control taken	7
1.2 Gemeenschappelijke kennis en gemeenschappelijke mentale modellen	9
1.3 Vorig onderzoek	11
1.4 Onderzoeksparadigma	12
1.5 Hypothesen	13
2 METHODE	13
2.1 Proefpersonen	13
2.2 Taak	14
2.3 Procedure	16
2.4 Proefopzet	17
2.5 Afhankelijke variabele	18
3 RESULTATEN	18
4 DISCUSSIE	21
4.1 Communicatie en gemeenschappelijke kennis	21
4.2 Routine en verrassende omstandigheden en gemeenschappelijke kennis	22
4.3 Ecologische validiteit	24
4.4 Verder onderzoek	24
REFERENTIES	25
BIJLAGE A      Beschrijving Experimentele taak	27
BIJLAGE B      Beschrijving scenario's	35
BIJLAGE C      Beschrijving STD's	38

Rapport nr.: TM-96-B015

Titel: Het effect van gemeenschappelijke kennis op teambesluitvorming in een Command & Control taak

Auteurs: Dr. J.M.C. Schraagen en E.R. Koster

Instituut: TNO Technische Menskunde  
Afd.: Informatieverwerking

Datum: oktober 1996

DO Opdrachtnummer: B96-020

Nummer in MLTP: 787.2

---

## SAMENVATTING

In het huidige onderzoek is het effect onderzocht van gemeenschappelijke kennis op teambesluitvorming in Command & Control taken. In een gesimuleerde C2-taak waarin dreigingspatronen gedetecteerd moesten worden en vervolgens eigen middelen ingezet moesten worden om de dreiging te bestrijden, hebben 22 teams van 2 personen ieder 16 experimentele scenario's gespeeld. De scenario's varieerden in de mate waarin de communicatie tussen teamleden verstoord was en de mate waarin zij verrassend waren, dat wil zeggen waarin de specifiek verworven kennis al dan niet toegepast kon worden. In de helft van de teams beschikten beide teamleden over kennis om dreigingspatronen te ontdekken, in de andere helft van de teams beschikte slechts één teamlid over die kennis en moest hij of zij het andere teamlid expliciet instrueren om dreigingen te ontdekken.

De resultaten lieten zien dat teams waarin de kennis over teamleden gemeenschappelijk was de vereiste middelen vaker op het juiste moment hadden ingezet dan teams waarin de kennis beperkt bleef tot één teamlid. Dit effect deed zich voor in die situaties waarin de communicatie verstoord was, echter niet in de verrassende scenario's. Wel was er een positief effect van gemeenschappelijke kennis op het snel doorgeven van gevaarmeldingen in routinematige scenario's.

Geconcludeerd kan worden dat gemeenschappelijke kennis helpt bij het inschatten van de dreiging, in het bijzonder in situaties waarin de communicatie tussen teamleden verstoord is. Door een snellere inschatting van de dreiging kunnen de vereiste middelen vaker op het juiste moment worden ingezet.

**The effect of shared knowledge on team decision making in a Command and Control task**

J.M.C. Schraagen and E.R. Koster

**SUMMARY**

The effect of shared knowledge on team decision making in Command and Control tasks was investigated in the present research. In a simulated C2-task 22 teams of 2 subjects each played 16 scenarios. The scenarios varied in the disturbance of communication between team members and in whether they were routine or non-routine, that is whether knowledge acquired during training could be applied or not. In half of the teams both team members possessed knowledge for detecting threat patterns, in the other half of the teams only one team member possessed that knowledge and he or she had to explicitly instruct the other team member to detect threats.

The results showed that teams in which knowledge was shared between team members performed better than teams in which knowledge was not shared. This "shared knowledge effect" was strongest in those situations in which communication was disturbed. The effect was absent in non-routine scenarios. There was, however, a positive effect of shared knowledge on the quick dissemination of threat reports in routine scenarios.

We conclude that sharing specialist knowledge, such as required for threat assessment, can have positive effects on team decision making, particularly in situations in which the communication between team members is degraded.

## 1 INLEIDING

Besluitvormingsonderzoek heeft zich lang uitsluitend afgespeeld in het laboratorium. De nadruk lag hierbij op het onderzoek naar mathematische en statistische modellen van besluitvorming (Klein, Orasanu, Calderwood & Zsombok, 1993). De toepasbaarheid van het resultaat van deze wijze van onderzoek in aan de werkelijkheid ontleende situaties blijkt soms klein (Cannon-Bowers, Salas & Pruitt, 1996). Volgens sommige onderzoekers komt dit doordat men voornamelijk aandacht heeft gehad voor de "*beslissingsgebeurtenis*" (Orasanu & Connolly, 1993). Hierbij gaat het om de afweging van een beperkte hoeveelheid alternatieven, het wegen van de consequenties in het licht van een van te voren vastgesteld aantal, onveranderlijke doelen en het maken van een keuze. Dit alles overigens meestal gezien vanuit het individu. Echter, niet alle situaties lenen zich voor een analyse in termen van dergelijke beslissingsgebeurtenissen (Klein, 1993). Een van de meest in het oog springende kenmerken van besluitvorming in veel alledaagse situaties is, dat de beslissingen vaak onderdeel uitmaken van een groter geheel, een taak die de beslisser dient uit te voeren. Besluitvorming heeft hierdoor een dynamisch karakter. Naast dit fundamentele kenmerk van besluitvorming, kunnen nog een aantal factoren onderscheiden worden die besluitvorming in alledaagse situaties, ook wel Naturalistic Decision Making (NDM) genoemd, karakteriseren (Orasanu & Connolly, 1993):

- Een onduidelijke probleemstelling of -beschrijving.
- Een onzekere en dynamische omgeving.
- Veranderlijke, slecht gedefinieerde of tegenstrijdige doelstellingen.
- Actie-feedback loops (door opeenvolgende gebeurtenissen).
- Tijdsdruk.
- Hoge risico's.
- De betrokkenheid van meer dan één persoon bij de beslissingen.
- Doelen en normen van de organisatie waar de beslissers deel van uitmaken.

Volgens Cannon-Bowers e.a. (1996), is het niet noodzakelijk dat al de hierboven beschreven kenmerken evenzeer vertegenwoordigd dienen te zijn om van NDM te kunnen spreken. De aandacht voor NDM kan volgens sommige onderzoekers worden gekenschetst als een verschuiving van het onderzoeksparadigma van besluitvorming (Cannon-Bowers e.a., 1996). Het onderzoek naar teambesluitvorming in Command & Control situaties, zoals beschreven in dit rapport, kan worden gezien als een voorbeeld van NDM onderzoek.

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de specifieke achtergrond van het onderzoek naar teambesluitvorming in Command & Control situaties.

### 1.1 Command & Control taken

Situaties waarin teams onder de hierboven beschreven omstandigheden opereren, zijn onder andere te vinden bij Command & Control taken (ook wel C2-taken genoemd), zoals in commandocentrales bij de strijdmachten. De functies die door teams worden uitgevoerd in een typische C2-taak zijn te verdelen in vier componenten (Van Delft & Schuffel, 1995):

- Situation Awareness (SA). Het opbouwen en onderhouden van een actueel beeld van de omgeving.
- Threat Assessment (TA). Het tijdig en correct onderkennen van veranderingen en/of ontwikkelingen van de omgeving (interpreteren). Op grond van deze ontwikkelingen en veranderingen kan een verwachting worden opgebouwd over de mogelijke dreiging.
- Decision Making (DM). Het plannen van voorgenomen (tegen-)maatregelen. Er wordt een voorlopig plan opgesteld van de manier waarop mensen en middelen zo effectief mogelijk kunnen worden ingezet om een mogelijke dreiging het hoofd te kunnen bieden.
- Direction & Control (DC). Het begeleiden en (bij)sturen van (tegen-)maatregelen.

In een model van C2-taken (Fig. 1) worden, naast de hiervoor beschreven functies, twee niveaus onderscheiden. Dit onderscheid is gebaseerd op de informatie uitwisseling tussen "Situation Awareness" en "Direction & Control" enerzijds en "Threat Assessment" en "Decision Making" anderzijds (Van Delft & Schuffel, 1995):

- *Primair niveau*: het leggen van directe relaties tussen informatiebronnen en uitvoerende componenten. Dit niveau heeft betrekking op de functies Situation Awareness en Direction & Control.
- *Secundair niveau*: het vertalen van hogere doelstellingen in concrete aandachtspunten voor het primaire niveau (Decision Making). De kennis van de omgeving en het systeem wordt gebruikt voor cognitieve anticipatie en het plannen van (tegen) maatregelen, die vervolgens op het primaire niveau worden uitgevoerd.

Fig. 1 is een weergave van een C2-model. Hierin worden de Command & Control functies, in relatie tot de onderverdeling in een primair en een secundair niveau weergegeven.

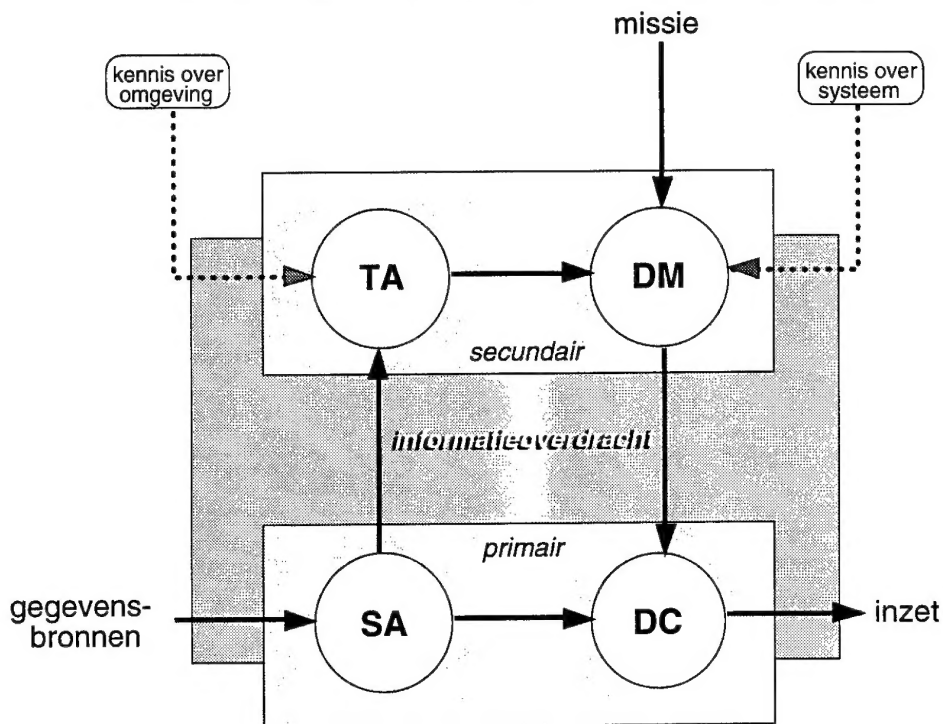


Fig. 1 Command en Control functies (naar: Van Delft & Schuffel, 1995).

## 1.2 Gemeenschappelijke kennis en gemeenschappelijke mentale modellen

In het NDM onderzoek heeft het functioneren van teams de nodige aandacht gekregen (Cannon-Bowers e.a., 1993; Dyer, 1984; Salas e.a., 1995). In het onderzoek naar teambesluitvorming wordt de laatste tijd veel aandacht geschonken aan het beschrijven en verklaren van het functioneren van teams in termen van "gemeenschappelijke mentale modellen" (Cannon-Bowers e.a., 1993; Converse, Cannon-Bowers & Salas, 1991; Coury & Terranova, 1991; Orasanu, 1993; Orasanu & Salas, 1993; Rouse, Cannon-Bowers & Salas, 1992; Salas e.a., 1995; Stout & Salas, 1993).

Het begrip gemeenschappelijk mentaal model kan worden gedefinieerd als georganiseerde eenheden van kennis die (tenminste voor een deel) gemeenschappelijk zijn voor de leden van een team (Orasanu & Salas, 1993). Gemeenschappelijke mentale modellen worden verondersteld teamleden een algemeen begrip te verschaffen van wie verantwoordelijk is voor welke taak en wat de informatiebehoefte is. Dit gemeenschappelijk begrip maakt het teamleden mogelijk om andermans behoeften te voorspellen en daarop te anticiperen. Bovendien kunnen teamleden aan de hand van een gemeenschappelijk mentaal model hetzelfde begrip van de situatie ontwikkelen en van de eventuele problemen die zich voordoen. Op grond hiervan kan een team als geheel een besluit nemen. Met name in complexe situaties kan een gemeenschappelijk mentaal model leiden tot een verbeterde teamprestatie.

De rol van mentale modellen in teambesluitvorming werd tot nog toe vaak onderzocht met gebruikmaking van kruistrainingen, waarbij teamleden in elkaars taak werden getraind (Cannon-Bowers e.a., 1993; Salas e.a., 1992; Volpe, Cannon-Bowers, Salas & Spector, 1996). Een team wordt geacht over een gemeenschappelijk mentaal model te beschikken als de teamleden op de hoogte zijn van elkaars taken. Vervolgens wordt de communicatie tussen teamleden geanalyseerd om de vermeende voordelen van een gemeenschappelijk mentaal model te onderzoeken. De effectiviteit van kruistrainingen als methode om een gemeenschappelijk mentaal model te bewerkstelligen en de effectiviteit van het analyseren van de communicatie tussen teamleden staan echter niet vast (Schraagen & Rasker, 1995, 1996). Teams die een kruistraining in elkaars taken hadden gehad bleken in een onderzoek van Schraagen en Rasker (1996) niet beter te presteren dan teams die geen kruistraining hadden gehad. Uit de analyse van de aard van de communicatie tussen teamleden bleek echter, dat teams die verondersteld werden te beschikken over een gemeenschappelijk mentaal model, in sommige gevallen wel beter op de hoogte waren van de wederzijdse behoefte aan informatie. Deze effectievere communicatie leidde echter niet tot een betere prestatie van de teams. Een mogelijke verklaring van dit resultaat is dat kruistraining in elkaars taken vaak te algemeen van aard is en niet leidt tot voldoende wederzijds besef van de vereiste informatie-overdracht op bepaalde (kritieke) momenten in de taakuitvoering. Althans, niet in zoverre dat dit werkelijk bijdraagt aan een verbetering van prestaties.

Sommige onderzoekers wijzen op een gebrekkige afbakening van de gehanteerde begrippen in het onderzoek naar gemeenschappelijke mentale modellen en onduidelijkheid over de gehanteerde methoden van onderzoek (Rouse & Morris, 1986; Cannon-Bowers, Salas & Converse, 1993). Een goede, objectieve, methode om mentale modellen te beschrijven bij groepen en bij individuen lijkt vooralsnog niet voorhanden (Rouse & Morris, 1986). Voor



het doen van uitspraken over de veronderstelde voordelen van gemeenschappelijke mentale modellen is het dan ook wellicht te vroeg (Schraagen & Rasker, 1995).

In de meeste definities en operationalisaties van gemeenschappelijke mentale modellen wordt een belangrijke rol toegeschreven aan het gemeenschappelijk hebben van kennis door de leden van een team (Orasanu & Salas, 1993). Het gemeenschappelijk hebben van kennis door teamleden kan volgens deze definities worden gezien als een onderdeel van een gemeenschappelijk mentaal model.

Het onderzoek dat in dit verslag wordt beschreven, richt zich niet primair op de vraag of het mogelijk is een gemeenschappelijk mentaal model te bewerkstelligen, noch op vragen omtrent de effectiviteit van gemeenschappelijke mentale modellen. De aandacht gaat in eerste instantie uit naar het door teamleden gemeenschappelijk hebben van kennis over een onderdeel van de taak. Het gemeenschappelijk hebben van kennis kan echter wel worden gezien als een onderdeel van gemeenschappelijke mentale modellen.

In veel C2-taken wordt de kennis waarover individuele teamleden beschikken beperkt tot die kennis, die van direct belang is voor het uitvoeren van de eigen taak (Van Delft & Schuffel, 1995). Men kan zich echter afvragen of deze scheiding van kennis wenselijk is. In een C2-taak, zoals besproken in § 1.2, speelt het inschatten van dreigingen in de omgeving (Threat Assessment) een belangrijke rol. Het inschatten van een dreiging gebeurt vaak aan de hand van het herkennen van patronen in de opeenvolging van gebeurtenissen in de omgeving (Kaempf, Klein, Thordsen & Wolf, 1996). De kennis die het team in staat stelt om kenmerken in de omgeving op de juiste wijze te interpreteren, kan aanwezig zijn bij alle teamleden. Daarnaast is het mogelijk dat deze kennis slechts berust bij het teamlid dat expliciet als taak heeft veranderingen in de omgeving te interpreteren. Teamleden in de verschillende C2-functies dienen elkaar te voorzien van informatie (zie Fig. 1). In de hooggeautomatiseerde werkomgevingen, die vaak kenmerkend zijn voor C2-taken, wordt deze communicatie veelal verzorgd door speciaal voor dit doel ontworpen telecommunicatie systemen en vormen van elektronische post. Informatie uitwisseling met behulp van deze middelen is meestal gebonden aan voorschriften en beperkingen met betrekking tot de omvang of de duur van de communicatie.

In het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven zijn twee factoren gemanipuleerd:

- 1 Het al dan niet verstoord zijn van de informatie-overdracht tussen teamleden.
- 2 De mate van voorspelbaarheid van de scenario's.

Het optimaal verlopen van informatie-overdracht tussen teamleden is een belangrijke factor bij het uitvoeren van een C2-taak. Teamleden in een C2-taak bevinden zich niet altijd in elkaars fysieke nabijheid, zodat direct (visueel) contact niet altijd mogelijk is. In situaties waarin de geautomatiseerde communicatie tussen teamleden wordt verstoord, bijvoorbeeld door storingen op communicatie netwerken, zou gemeenschappelijke kennis een voordeel kunnen bieden. Gemeenschappelijke kennis biedt een vorm van redundantie die resistenter is tegen communicatieverstoring dan wanneer kennis slechts bij één teamlid aanwezig is.

Teams in Command & Control situaties moeten vaak opereren in complexe omgevingen, die worden gekenmerkt door verandering. Deze veranderingen laten zich karakteriseren als een snelle opeenvolging van verschillende vaak onverwachte omstandigheden die zich binnen een kort tijdsbestek voordoen (Klein, 1993; Rouse e.a., 1992). Door de snel veranderende omstandigheden moeten de eisen die aan de uitvoering van een taak worden gesteld van het ene op het andere moment worden bijgesteld (Orasanu & Connolly, 1993). Hoewel het doel van de taak vaak hetzelfde blijft, kan de taakinhoud om het doel te bereiken daardoor sterk wijzigen. In Command & Control taken wordt dus lang niet altijd onder routine-matige omstandigheden geopereerd. In het licht van een gewijzigde dreigingssituatie kan juist worden verwacht dat de omstandigheden minder voorspelbaar worden.

De onderzoeksvraag van dit onderzoek is, of het gemeenschappelijk hebben van kennis over mogelijke dreigingen in de omgeving tot betere prestaties leidt, dan wanneer deze kennis niet gemeenschappelijk is. Het voordeel van het gemeenschappelijk hebben van deze kennis zou met name tot uitdrukking moeten komen in die situaties waarin de communicatie tussen teamleden verstoord wordt. De prestaties worden gemeten onder routinematige omstandigheden en onder verrassende omstandigheden.

### 1.3 Vorig onderzoek

In het kader van onderzoek naar gemeenschappelijke mentale modellen, heeft een aantal onderzoekers vastgesteld dat teamleden in effectieve teams (in vergelijking met ineffectieve teams) elkaar ongevraagd essentiële informatie geven die noodzakelijk is voor de uitvoering van een taak (Cannon-Bowers e.a., 1993; Hollenbeck, Igen, Sego, Hedlund, Major & Phillips, 1995; Orasanu & Connolly, 1993; Orasanu & Salas, 1993; Stout & Salas, 1993). Hollenbeck e.a. (1995) hebben dit fenomeen in hun onderzoek nauwkeurig bekeken. De bevindingen komen erop neer dat de hoeveelheid communicatie tussen teamleden niet verschilt, maar dat de aard van de communicatie verschilt. Dat houdt in dat teamleden in matig presterende teams voortdurend hun teamgenoten om informatie moeten vragen. Dit in tegenstelling tot goed presterende teams, waar teamleden elkaar ongevraagd essentiële informatie geven. Als verklaring voor deze prestaties wordt *aangenomen* dat de teamleden een gemeenschappelijk mentaal model hebben ontwikkeld, op basis waarvan men kan anticiperen op elkaars informatiebehoefte.

In ander onderzoek, waarin de communicatie tussen teamleden werd onderzocht (Schraagen, 1995; Schraagen & Rasker, 1996), werd geen duidelijk bewijs gevonden voor de effectiviteit van mentale modellen in teambesluitvorming. Hiervoor werden een aantal redenen gegeven. Ten eerste werd gebruik gemaakt van kruistraining voor het bewerkstelligen van een gemeenschappelijk mentaal model. In § 1.2 werd al gesteld dat deze methode bij teamleden wellicht niet genoeg besef van elkaars taken oproept. Een ander probleem dat deze onderzoekers ondervonden, was de geringe experimentele controle op de taakuitvoering. Tijdens de taak werden door de teams verschillende scenario's gespeeld (zie hoofdstuk 2, bijlage A en bijlage B van dit rapport). Omdat het verloop van een scenario sterk werd bepaald door de handelingen van een team kon geen maximale experimentele controle gecreëerd worden (Schraagen & Rasker, 1996). Tenslotte werd in het gebruikte paradigma slechts een gering

verband gevonden tussen communicatie tussen teamleden en prestatie. Voor zover gemeenschappelijke mentale modellen worden geoperationaliseerd in termen van teamcommunicatie, kon in het gebruikte paradigma niet op voorhand een effect worden verwacht van gemeenschappelijke mentale modellen op teamprestatie.

#### 1.4 Onderzoeksparadigma

Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een teamtaak die door TNO Technische Menskunde is ontwikkeld voor het onderzoek naar teambesluitvorming in Command & Control situaties (Schraagen, 1995). Er kan gesproken worden van een teamtaak, omdat de taak niet door één individu kan worden gedaan en gecoördineerde interactie tussen teamleden vraagt. Bovendien zijn de teamleden van elkaar afhankelijk om de taak te kunnen uitvoeren. In dit onderzoeksparadigma is gekozen voor teams die bestaan uit twee teamleden. Hierdoor kan een grotere mate van experimentele controle worden bereikt dan wanneer gekozen wordt voor teams met meer dan twee teamleden. Ook is het eenvoudiger om een teamtaak te ontwikkelen voor twee personen dan voor een groter aantal personen. Verondersteld wordt, dat de taak generaliseerbaar is naar teams met meer dan twee leden. De kenmerken van NDM, zoals tijdsdruk, hoge risico's, suboptimale communicatie en een onzekere omgeving, worden in de taak gesimuleerd.

Als context voor het bestuderen van het functioneren van teams in C2-taken, is gekozen voor een brandweercentrale. De proefpersonen zijn veelal student en aangenomen is, dat het werk in een brandweercentrale voor deze proefpersonen eenvoudiger voor te stellen zal zijn dan bijvoorbeeld het werk in vliegtuigcockpits of commandocentrales van de strijdkrachten. De "brandweertaak" kent echter een duidelijk analogie met Command & Control taken, bijvoorbeeld de luchtverdedigingstaak in een commandocentrale van een fregat van de Koninklijke marine (Van Delft & Schuffel, 1995):

- 1 De taak van de waarnemer. Deze is te vergelijken met de taak van de operator en controller. Zij zijn verantwoordelijk voor een gedegen en actuele opbouw van een omgevingsbeeld.
- 2 De taak van de beslisser. Deze is te vergelijken met de taak van "warfare officier" zoals de luchtverdedigingsofficier (LVO) die op basis van de beschikbare gegevens een eventuele dreiging moet afleiden en een besluit moet nemen over de inzet van de beschikbare middelen.

Deze functies zijn opgezet aan de hand van het schema van Command & Control functies, zoals beschreven in § 1.2. Situational Awareness (SA) is in de experimentele taak voor het belangrijkste deel de taak van de waarnemer. Zijn positie is te vergelijken met die van een operator die als taak heeft een zo actueel mogelijk beeld van de omgeving op te bouwen. Op basis van deze informatie moet de beslisser bepalen in hoeverre er sprake is van een bepaalde dreiging (TA). Afhankelijk daarvan kan de beslisser besluiten om de beschikbare middelen in te zetten (DM en DC).

## 1.5 Hypothesen

Voor dit onderzoek is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

*Draagt het gemeenschappelijk hebben van kennis door teamleden bij aan een betere teamprestatie, met name in situaties waarin de communicatie tussen teamleden niet optimaal verloopt.*

De teams worden verdeeld over twee condities. In de experimentele conditie beschikken beide teamleden over kennis over het onderkennen van dreigingen, in de controle conditie beschikt slechts één teamlid over deze kennis. Alle teams moeten hun taak uitvoeren onder verschillende omstandigheden. In een aantal gevallen wordt de communicatie tussen teamleden verstoord. Omdat veel C2-taken worden uitgevoerd in onzekere omgevingen (bv. "littoral warfare") wordt de voorspelbaarheid van de gebeurtenissen in het onderzoek gemanipuleerd. In sommige situaties zijn de teams niet in staat om met de beschikbare kennis over dreigingen een juiste inschatting te maken (verrassende situaties). Hiermee kan het anticiperend vermogen van teams worden onderzocht.

Binnen de opzet van het onderzoek worden de volgende hypothesen opgesteld:

- 1 Teams waarbij de kennis over dreigingen gemeenschappelijk is voor de teamleden, zullen beter presteren dan teams waarin deze kennis slechts aanwezig is bij één van de teamleden.
- 2 Teams waarbij de kennis over dreigingen gemeenschappelijk is voor de teamleden, zullen met name beter presteren in situaties, waarin de communicatie tussen teamleden niet optimaal is, dan teams waarbij deze kennis slechts aanwezig is bij één van de teamleden.
- 3 In verrassende situaties zullen teams in beide condities slechter presteren dan in routine situaties.
- 4 Teams waarbij de kennis over dreigingen gemeenschappelijk is voor de teamleden, zullen in verrassende situaties beter presteren dan teams waarbij deze kennis slechts aanwezig is bij één van de teamleden.

## 2 METHODE

### 2.1 Proefpersonen

Aan het experiment namen 44 proefpersonen deel, verdeeld over 22 teams van 2 personen. De proefpersonen waren studenten aan een HBO-instelling of aan een Universiteit. De gemiddelde leeftijd was 22 jaar ( $\sigma=2,9$ ). De proefpersonen ontvingen een beloning van f 60,- en maakten daarnaast kans op een bonus van f 40,-. Deze bonus werd uitgereikt aan de teamleden van het team dat het best presteerde in de experimentele conditie en aan de leden van het team dat het best presteerde in de controle conditie. In de controle conditie hebben de volgende teams meegedaan: 6 ongemengde teams (3 teams met alleen vrouwen en 3 teams met alleen mannen) en 5 gemengde teams (2 teams met een mannelijke beslisser en 3 teams met een vrouwelijke beslisser). In de experimentele conditie is dezelfde verhouding aangehouden.

## 2.2 Taak

Het experiment werd uitgevoerd met een computersimulatie van de meldkamer van een brandweercentrale. Deze simulatie werd speciaal ontwikkeld voor experimentele doeleinden (Schraagen, 1995). Aan de proefpersonen werd gevraagd zich voor te stellen dat ze als team werkzaam zijn in een brandweercentrale. De opdracht van het team was het aantal slachtoffers beperkt te houden door zoveel mogelijk branden te bestrijden. Het team bestond uit een waarnemer en een beslisser. De waarnemer had als taak de plattegrond van een stad, waarover hij of zij beschikte, te controleren en branden in de stad door te geven aan de beslisser. De plattegrond was verdeeld in vier kwadranten. In elk kwadrant lagen verschillende soorten gebouwen: 5 huizen, 5 complexen, 1 school, 4 fabrieken en 4 ziekenhuizen. Elk gebouw in de stad droeg een unieke naam (het gebouwenlabel), dat zichtbaar werd als het gebouw werd aangeklikt. Dit gebouwenlabel kon er bijvoorbeeld als volgt uitzien: huis\_A(I), waarbij de romeinse één het kwadrant aangaf waarin het gebouw lag.

Het aantal potentiële slachtoffers dat bij elk type gebouw kon vallen, varieerde van 2 (een huis) tot 1000 (een ziekenhuis). De beslisser beheerde 6 brandweerauto's en kon deze op de verschillende branden inzetten. Het aantal brandweerauto's dat nodig was om een brand te blussen varieerde per type gebouw. Bij een huis was bijvoorbeeld 1 auto nodig en bij een ziekenhuis waren er 5 nodig (zie bijlage C). De beslisser had geen plattegrond van de stad en was daarom afhankelijk van de informatie die hij ontving van de waarnemer. Tijdens het experiment konden de teamleden met behulp van de computer gestandaardiseerde berichten naar elkaar versturen. Andere vormen van communicatie waren niet mogelijk. De waarnemer kon berichten sturen over de toestand van de gebouwen (bv. "brand") en het aantal benodigde brandweerauto's. De beslisser kon de waarnemer informeren over zijn inzet en het aantal beschikbare brandweerauto's. Tevens konden beide teamleden elkaar vragen stellen. Zo kon de waarnemer vragen over hoeveel auto's de beslisser nog beschikte. De beslisser kon aan de waarnemer vragen hoeveel auto's er bij een bepaalde (brandend) gebouw nog nodig waren. Voor het stellen van deze vragen dienden de teamleden speciale buttons aan te klikken op hun werkscherm.

Elk team had als opdracht zoveel mogelijk branden te bestrijden, om daarmee het aantal slachtoffers te beperken. Dit doel kon worden bereikt door het tijdig en accuraat doorgeven van branden door de waarnemer en door een tijdige en voldoende inzet van brandweerauto's door de beslisser. In elk scenario ging een ziekenhuis of een fabriek branden. Het minimaliseren van het aantal slachtoffers was sterk afhankelijk van de mate waarin de teams er in slaagden de brand in deze grote gebouwen te blussen. Het herkennen van patronen was hierbij een belangrijk hulpmiddel. Door het herkennen van bepaalde patronen kon de beslisser van het team een brand in een groot gebouw voorspellen. De beslisser kon er dan voor zorgen dat er tijdig voldoende auto's bij het bedreigde gebouw aanwezig waren en zo het aantal slachtoffer beperken.

Een patroon bestond altijd uit drie gebouwen (huizen en/of complexen) die, na elkaar, in hetzelfde kwadrant gingen branden. De combinatie van de verschillende typen gebouwen dat bij deze branden was betrokken en het kwadrant waarin zij lagen verschilde per patroon. De algemene regel was dat de fabriek of het ziekenhuis altijd ging branden in het kwadrant

schuin tegenover het kwadrant waarin de drie gebouwen van het patroon gingen branden. Op deze manier gaf het patroon (de drie brandende gebouwen en het kwadrant) een aanwijzing over welk type gebouw in welk kwadrant ging branden. De beslisser kon de waarnemer van de dreiging op de hoogte stellen, door op zijn werkscherm twee buttons aan te klikken; één die het soort gebouw aangaf en één die het kwadrant aangaf. Dit gebouwtype en het kwadrant lichtten dan op het werkscherm van de waarnemer op. Met behulp van deze informatie kon de waarnemer gericht zoeken naar het bedreigde gebouw. Dit gebouw werd op de plattegrond van de waarnemer aangegeven door een "gevaarmelding", die zichtbaar werd als de waarnemer het gebouw aanklikte. Deze gevaarmelding vermeldde de naam van het gebouw en het tijdstip waarop het zou gaan branden. Om dit gebouw te redden moest de beslisser brandweerauto's terugtrekken bij kleinere gebouwen en zo een beperkt aantal slachtoffers accepteren. Hoewel de beslisser niet beschikte over een plattegrond, kon hij toch het patroon herkennen. De gebouwen waarover de waarnemer berichten verstuurde waren immers voorzien van een uniek gebouwenlabel, waarin het kwadrant van het gebouw werd vermeld. Deze informatie werd op het werkscherm van de beslisser weergegeven.

Bij het uitvoeren van de brandweertaak kregen de proefpersonen verschillende scenario's voorgelegd. Een scenario bestond uit 12 tijdstappen van 15 seconden. Tijdens een scenario ontstonden in de stad branden in gebouwen. Welke gebouwen dit waren en in welke tijdstap deze gingen branden, werd van te voren vastgelegd (zie bijlage B voor een uitgebreide beschrijving van de experimentele scenario's). De experimentele taakuitvoering bestond uit 16 scenario's. Om problemen met de experimentele controle te voorkomen waren de scenario's die werden gebruikt in dit onderzoek korter en uniformer dan de scenario's die werden gebruikt in het onderzoek van Schraagen en Rasker (1996).

In sommige scenario's werd, tijdens de experimentele taakuitvoering, de communicatie tussen de teamleden verstoord (Suboptimale-communicatie scenario's, S). Als de waarnemer in deze scenario's het middelste gebouw van het patroon doorgaf aan de beslisser, werd de aanduiding van het kwadrant in het gebouwenlabel veranderd. Bijvoorbeeld: de waarnemer geeft door "huis\_A(I)", de beslisser ontvangt "huis\_X(IV)". De informatie over het type gebouw bleef dus intact. Omdat het hier altijd ging om een gebouw dat onderdeel uitmaakte van het patroon, werd verondersteld dat patroonherkenning in deze scenario's (voor de beslisser) onmogelijk werd. De gebouwen lagen immers niet meer in hetzelfde kwadrant.

Om verrassende situaties te creëren waren sommige scenario's zo opgebouwd, dat het niet langer mogelijk was te voorspellen in welk kwadrant het bedreigde gebouw zich bevond. Het gebouw waar later een brand zou uitbreken lag dan in een ander kwadrant dan kon worden verwacht op basis van patroonherkenning. Dit werden verrassende scenario's genoemd (V). De brand brak echter wel uit in het type gebouw dat kon worden voorspeld op grond van de herkenning van patronen.

Voor een uitgebreide beschrijving van de taak en de scenario's wordt verwezen naar bijlagen A en B.

### 2.3 Procedure

Het experiment bestond voor elk team uit een instructie/training en de taakuitvoering. De instructie/training bestond uit verschillende onderdelen. De proefpersonen begonnen met het lezen van een schriftelijke instructie. De instructie was verdeeld in een gedeelte met algemene informatie (vrijwel gelijk voor waarnemer en beslisser) en een gedeelte met informatie over de eigen taak. In het algemene gedeelte werd de opdracht van het team uitgelegd. In het taakgerichte gedeelte waren vragen en opdrachten opgenomen, die tijdens het lezen moesten worden uitgevoerd, terwijl de scenario-tijd stilstond. De situatie in de stad veranderde dus niet meer maar de proefpersonen konden wel allerlei manipulaties met hun werkscherm uitvoeren. Op deze manier werden de proefpersonen stap-voor-stap vertrouwd gemaakt met de functies van hun werkscherm. Na deze instructie volgde een trainingsronde van 16 scenario's. Deze training was er op gericht de proefpersonen bekend te maken met de werking van het systeem en met hun taak. Tijdens de training werd de taak van de teamgenoot waargenomen door de computer. Hiervoor zijn een "beslisser-robot" en een "waarnemer-robot" ontwikkeld. Omdat de proefpersonen tijdens de training niet met elkaar werkten werden zij niet beïnvloed door eventuele fouten van de ander. Bovendien kon hierdoor worden bewerkstelligd dat de proefpersonen zoveel mogelijk dezelfde training kregen.

Na de eerste trainingsronde volgde een tweede schriftelijke instructie. Hierin werden de proefpersonen geïnformeerd over patroonherkenning. De informatie over patroonherkenning verschilde voor de controle conditie en voor de experimentele conditie. In de experimentele conditie werden zowel de beslisser als de waarnemer geïnformeerd over patroonherkenning, zodat de teamleden over dezelfde kennis van de taak beschikten. Beide teamleden beschikten tevens over een overzicht van patronen en bedreigde gebouwen. Dit overzicht mocht tijdens de training en tijdens de experimentele taak geraadpleegd worden. De beslisser kreeg de instructie zijn teamgenoot zo snel mogelijk te informeren over het type gebouw dat werd bedreigd en de locatie (kwadrant) van dit gebouw. De waarnemer werd aangemoedigd zelf aandacht te schenken aan de patronen. In de controle conditie werd alleen de beslisser geïnformeerd over patroonherkenning. De waarnemer kreeg de instructie goed op de gebouwen en kwadranten informatie te letten, die door de beslisser werd doorgegeven. Na deze instructie volgde opnieuw een trainingsronde met 16 scenario's, waarin werd geoefend met patroonherkenning en het zoeken van bedreigde gebouwen. Tijdens de trainingsronde werd de taak van de teamgenoot wederom waargenomen door de robots.

De uiteindelijke taakuitvoering (met de experimentele scenario's) werd vooraf gegaan door een laatste korte instructie. In deze instructie werden de belangrijkste verschillen tussen de training en de taakuitvoering aangegeven. De proefpersonen werden er op gewezen dat er communicatiestoringen konden optreden, waardoor niet alle informatie van de waarnemer correct bij de beslisser aankwam. Tevens werd de proefpersonen verteld dat er zich situaties konden voordoen waarin het bedreigde gebouw zich niet op de verwachte locatie bevond. Ook werd vermeld dat in alle gevallen de informatie over het type gebouw dat werd bedreigd, correct was. De proefpersonen werden voorts aangemoedigd de ervaring en kennis, opgedaan tijdens de instructie en de trainingen, consequent toe te blijven passen.

De uiteindelijke taakuitvoering bestond, net als de trainingen, uit 16 scenario's. Deze scenario's waren identiek voor alle teams in beide condities. De eerste vier scenario's waren "routine" scenario's. Er was geen sprake van gestoorde communicatie en het bedreigde gebouw bevond zich in het verwachte kwadrant. Dit blok van vier scenario's werd "OR" genoemd. Het tweede blok (SR) bestond eveneens uit routine scenario's maar nu met suboptimale communicatie. Het volgende blok bestond uit verrassende scenario's met optimale communicatie (OV). In de laatste vier scenario's tenslotte, werd en de berichtgeving verstoord en bevond het bedreigde gebouw zich niet in het voorspelde kwadrant (SV). Voor deze volgorde is gekozen omdat de teams zo hun kennis over patronen, waarmee in de training uitgebreid was geoefend, meteen in het begin van het experiment zonder beperkingen konden toepassen. Het als eerste voorleggen van suboptimale-communicatie scenario's of verrassende scenario's, zou aanleiding kunnen geven voor de gedachte bij de teamleden, dat het toepassen van de kennis uit de training en instructie niet wezenlijk bijdroeg aan de prestatie. Hierdoor zou de mogelijkheid ontstaan dat de teamleden deze kennis ook in een later stadium, als de OR-scenario's werden voorgelegd, niet meer zouden toepassen. De volgorde van bedreigde gebouwen (fabriek of ziekenhuis) binnen de clusters van vier scenario's was willekeurig.

Vanaf het lezen van de eerste instructie tot en met het einde van het experiment zaten de proefpersonen in aparte hokjes. Zij konden alleen met elkaar communiceren door het verzenden van gestandaardiseerde berichten met de computer. De instructie, de trainingen en de uiteindelijke taakuitvoering duurden ongeveer 4 uur (inclusief pauze).

## 2.4 Proefopzet

In het experiment zijn drie onafhankelijke variabelen gemanipuleerd; twee binnengroepsvariabelen en één tussengroepsvariabele.

Binnen groepen werd de communicatie tussen de teamleden gevarieerd, zoals beschreven in § 2.2. Er waren 8 scenario's met optimale communicatie (O) en 8 scenario's met verstoorde communicatie (suboptimaal, S). Daarnaast kregen de proefpersonen 8 routine scenario's voorgelegd en 8 verrassende scenario's (R).

Tabel I Proefopzet experiment.

Training in patroonherkenning	Scenario			
Beslisser (controle conditie)	OR	SR	OV	SV
Beslisser en waarnemer (experimentele conditie)	OR	SR	OV	SV

Tussen de groepen werden de instructie en de training gevarieerd. Bij de experimentele groep werden zowel de beslisser als de waarnemer geïnformeerd over patroonherkenning. In de controlegroep werden alleen de beslisssers geïnformeerd. De waarnemer in de controle



conditie werd geïnstrueerd om goed op de gebouwen en kwadranten informatie te letten die hij of zij ontving van de beslisser.

## 2.5 Afhankelijke variabele

Voor het meten van de prestatie werd de volgende maat gehanteerd:

*Het aantal slachtoffers dat in een scenario was gevallen, ten opzichte van het aantal slachtoffers dat zou zijn gevallen als alle gebouwen die in het scenario gingen branden volledig zouden zijn afgebrand. Deze variabele werd "Score" genoemd.*

## 3 RESULTATEN

Verwacht werd dat teams in de experimentele conditie beter zouden presteren dan teams in de controle conditie. Deze veronderstelling wordt door de resultaten ondersteund. De analyse van de resultaten laat een hoofdeffect zien van conditie op de prestatie maat. De gemiddelde prestatie op de variabele "Score" van teams in de controle conditie was 0.58 ( $\sigma=0.07$ ) en de gemiddelde prestatie op de variabele "Score" van teams in experimentele conditie was 0.39 ( $\sigma=0.05$ ). Dit verschil is significant [ $F(1,20)=15.12$ ,  $p=.001$ ].

Voorts werd verwacht dat de prestaties van teams in de experimentele conditie op scenario's waarin de communicatie was verstoord beter waren dan de prestaties van teams in de controle conditie. De resultaten laten een significant interactie-effect zien tussen conditie en communicatie [ $F(1,20)=11.99$ ,  $p=.002$ ], zie Fig. 2.

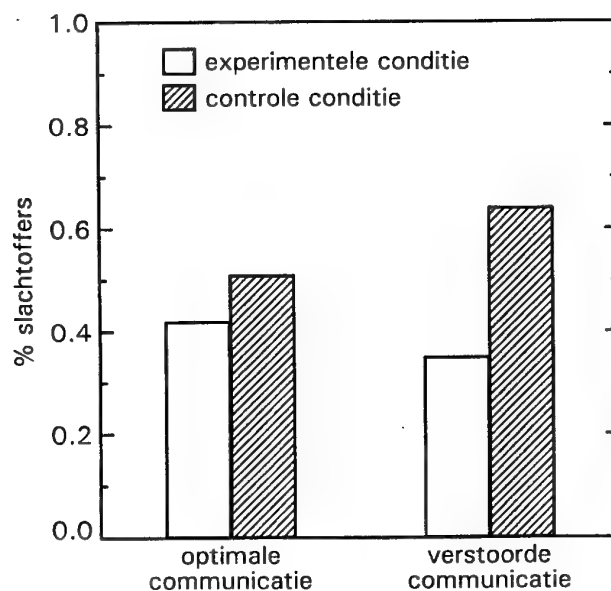


Fig. 2 Percentage slachtoffers op optimale en suboptimale-communicatie scenario's ("Score").

De gemiddelde prestatie voor teams in de experimentele conditie was 0.42 ( $\sigma=0.05$ ) in de optimale-communicatie scenario's en 0.35 ( $\sigma=0.03$ ) in de verstoorde-communicatie scenario's. De teams in de controle conditie behaalden in de optimale-communicatie scenario's gemiddeld een prestatie van 0.51 ( $\sigma=0.03$ ) en in de verstoorde-communicatie scenario's 0.64 ( $\sigma=0.007$ ).

Uit de analyse van de tussengroepsverschillen in prestatie op de optimale en verstoorde-communicatie scenario's, bleek dat de teams in de experimentele conditie beter presteerden op de verstoorde-communicatie scenario's dan de teams in de controle conditie [ $F(1,20)=21.91$ ,  $p=0.000$ ].

Het verschil tussen de groepen op de optimale-communicatie scenario's was niet significant [ $F(1,20)=3.08$ ,  $p=0.094$ ]. De veronderstelling dat teams in de experimentele conditie, in vergelijking met teams in de controle conditie, beter zouden presteren wanneer de communicatie verstoord was, wordt hierdoor ondersteund.

Uit de post-hoc analyse van de verschillen in prestaties binnen groepen op de optimale- en verstoorde-communicatie scenario's, bleek dat de teams in de experimentele conditie tegen de verwachting in significant *beter* presteerden op de verstoorde-communicatie scenario's dan op de optimale-communicatie scenario's [ $F(1,10)=5.44$ ,  $p=0.042$ ]. Teams in de controle conditie presteerden zoals verwacht slechter op de verstoorde-communicatie scenario's dan op de optimale-communicatie scenario's [ $F(1,10)=7.00$ ,  $p=0.025$ ].

De voorspelde daling van teamprestaties op de variabele score, op verrassende scenario's wordt niet geheel door de resultaten ondersteund. De teams presteerden weliswaar slechter op deze scenario's dan op de routine scenario's maar deze verschillen bleken (net) niet significant [ $F(1,20)=3.38$ ,  $p=0.081$ ]. De gemiddelde prestatie op de routine scenario's was 0.45 ( $\sigma=0.12$ ) en de gemiddelde prestatie op de verrassende scenario's 0.51 ( $\sigma=0.10$ ). Het interactie-effect tussen conditie en omstandigheden was niet significant [ $F(1,20)=0.28$ ,  $p=0.603$ ]. De experimentele groep presteerde dus niet beter dan de controle groep in verrassende scenario's.

Deze resultaten deden vermoeden dat de variabele "Score" wellicht niet "gevoelig" genoeg was om het verschil in prestatie op routine scenario's en de verrassende scenario's vast te stellen. Immers, de verrassende scenario's zijn zo geconstrueerd, dat verwacht kon worden dat de waarnemers in alle teams meer tijd nodig hadden om het bedreigde gebouw te vinden. Om deze veronderstelling te toetsen, is een nadere analyse op de data uitgevoerd. Hierbij werd gemeten op welk tijdstip de gevaarmeldingen werden doorgegeven aan de beslisser. Deze maat is "Gevaartijd" genoemd. De tijdstippen werden uitgedrukt in seconden, waarbij 0 seconden het begin van een scenario aangaf en 180 seconden het einde van een scenario (3 minuten). De gevaarmelding werd pas beschikbaar in tijdstap 7 van het scenario en kon daarom op zijn vroegst na 90 seconden worden gevonden en doorgegeven aan de beslisser. Tijdens de experimentele taakuitvoering werden per conditie 176 scenario's gespeeld (11 teams die elk 16 scenario's voorgelegd kregen). Per scenario is berekend hoeveel teams op elk van de verschillende tijdstippen de gevaarmelding hadden doorgegeven. In de controle conditie werd in 54.5% van de scenario's geen gevaarmelding doorgegeven, in de experi-

mentele conditie gebeurde dit slechts in 18.8% van de scenario's. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de tijdstippen zijn deze scenario's buiten beschouwing gelaten en de percentages over de resterende scenario's herberekend. De controle conditie en de experimentele conditie hebben in deze vergelijking dus een verschillende omvang. Daarom is gekozen voor een non-parametrische toets (Kruskal-Wallis, one-way ANOVA). De gemiddelde prestatie op de maat "Gevaartijd" was 111.26 ( $\sigma=6.05$ ) voor de routine scenario's en 119.26 ( $\sigma=1.60$ ) voor de verrassende scenario's. Dit verschil was significant [ $U=64.5$ ,  $p=0.004$ ]. De waarnemers gaven de gevaarmeldingen in de routine scenario's dus eerder door dan in de verrassende scenario's. Dit verschil was blijkbaar niet voldoende om tot uitdrukking te worden gebracht in het aantal slachtoffers (prestaties op de variabele "Score").

Uit een nadere analyse van de prestaties op de variabele "Gevaartijd" (zie Fig. 3) bleek dat de verschillen in prestatie op de routine scenario's significant waren ( $U=92$ ,  $p=.001$ ). De waarnemers in de experimentele groep gaven op de routine scenario's de gevaarmelding eerder door (gemiddeld na 105.21 s) dan de waarnemers in de controle groep (gemiddeld na 117.31 s). De vergelijking van de prestaties tussen groepen op de verrassende scenario's liet geen significant verschil zien ( $U=30$ ,  $p=0.296$ ). Waarnemers in de experimentele conditie gaven niet significant eerder de gevaarmelding door dan waarnemers in de controle conditie (gemiddelde experimentele conditie: 117.67 s; gemiddelde controle conditie: 120.85 s). In hoofdstuk 4 (discussie) wordt nader ingegaan op de interpretatie van dit resultaat.

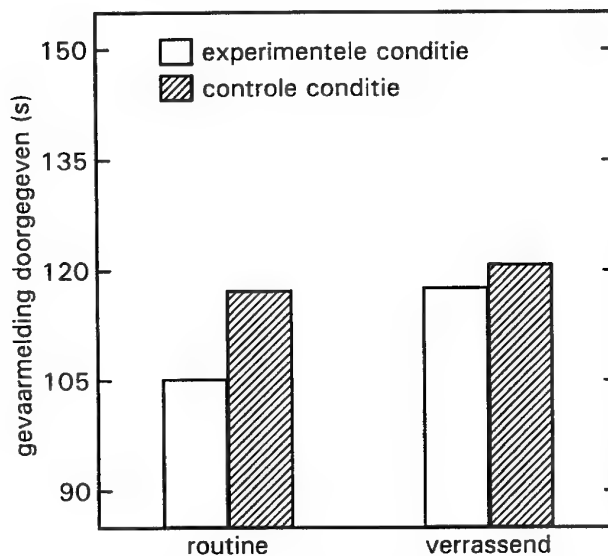


Fig. 3 Tijdstip waarop de gevaarmelding is doorgegeven door de Waarnemer op routine scenario's en verrassende scenario's ("Gevaartijd").

## 4 DISCUSSIE

### 4.1 Communicatie en gemeenschappelijke kennis

In dit onderzoek werd de vraag gesteld of het gemeenschappelijk hebben van kennis door teamleden in Command & Control taken tot betere prestaties leidt dan wanneer deze kennis slechts aanwezig is bij één van de teamleden. Uit de analyse van de resultaten blijkt dat die teams die deze kennis gemeenschappelijk hadden beter presteerden op de teamtaak, dat wil zeggen: de benodigde middelen sneller ter plekke hadden en diensgevolge minder slachtoffers veroorzaakten. Dit verschil was vooral duidelijk in situaties waarin de communicatie tussen teamleden werd verstoord. Tevens werd aangetoond dat de waarnemers die over kennis van dreigingspatronen beschikten veel vaker de gevaarmelding aan hun teamgenoot doorgaven dan waarnemers die niet over deze kennis beschikten. In het laatste geval ging er dus blijkbaar iets mis in de communicatie tussen beslisser en waarnemer, omdat het immers de beslisser was die de waarnemer moest sturen in het zoeken naar de gevaarmelding. Het verschil in doorgeven van de gevaarmelding tussen de experimentele en de controle groep was, zoals verwacht, het grootst in de verstoorde-communicatie scenario's, omdat in die scenario's de beslisser in de controlegroep geen patroon doorkreeg en dus de waarnemer niet aan kon sturen. In de experimentele groep kreeg de beslisser eveneens geen patroon door, maar kon de waarnemer zelfstandig op basis van patroonkennis naar de gevaarmelding gaan zoeken.

Uit verdere analyse van de verschillen binnen de groepen bleek dat teams in de experimentele conditie tegen de verwachting in beter presteerden op de verstoorde-communicatie scenario's dan op de optimale-communicatie scenario's. Dit effect laat zich wellicht verklaren door het optreden van een leer-effect, dat gerelateerd is aan de vaste volgorde waarin de scenario's zijn aangeboden (voor een motivering hiervoor, zie § 2.3). Tijdens het experiment werden de scenario's, in blokken van vier, in de volgende volgorde voorgelegd aan de teams: Optimale communicatie en Routine (OR), Suboptimale communicatie en Routine (SR), Optimale communicatie en Verrassend (OV) en als laatste, Suboptimale communicatie en Verrassend (SV). De experimentele groep presteerde beter op het tweede en het vierde blok samen dan op het eerste en het derde blok samen (SR en SV versus OR en OV). Het derde blok was voor alle teams de eerste confrontatie met verrassende scenario's. De experimentele teams waren tot op dit moment, op de helft van de totale duur van de experimentele taakuitvoering, nog nauwelijks gehinderd in het uitvoeren van hun taak. In het eerste blok kon het bedreigde gebouw correct worden voorspeld en verliep de communicatie normaal. In het tweede blok werd de communicatie verstoord. Voor de teams in de experimentele conditie maakte dit niet zoveel uit: de waarnemers waren immers uitgerust met kennis over patroonherkenning en konden ook zonder hulp van de beslisser het bedreigde gebouw vinden. Voor de teams in de controle conditie was de situatie in het tweede blok anders: de waarnemers in deze conditie beschikten over patroonherkenningskennis en waren dus afhankelijk van de informatie die de beslisser doorgaf. Door de storing in de communicatie was de beslisser echter niet meer in staat het juiste kwadrant te voorspellen. Men kan redeneren dat teams in de controle conditie hierdoor minder tijd hebben gehad om aandacht te besteden aan het optimaliseren van een strategie om het aantal slachtoffers te minimaliseren. Het optimaliseren van deze strategie moet dan vooral gezocht

worden in de acties van de beslisser: het tijdig terugtrekken en inzetten van voldoende auto's. Het derde blok van scenario's (OV) verschilde voor de experimentele teams wezenlijk van de eerste twee, omdat voor het eerst niet langer het kwadrant voorspeld kon worden. De prestaties van de teams in de experimentele groep gingen, in vergelijking met de prestaties op de eerste twee blokken, achteruit. De langere tijd die deze teams hebben kunnen besteden aan het optimaliseren van hun strategie betaalt zich echter terug; in het volgende en laatste blok (SV) scoren de teams weer beter. Om de hierboven geschetste redenering te onderzoeken kan men denken aan een herhaling van het experiment, waarbij de volgorde van de blokken scenario's (OR, SR, OV, SV) systematisch wordt gevarieerd. Hierdoor kan in ieder geval de mogelijkheid van leer-effecten door de volgorde van aanbidding van scenario's worden uitgeschakeld.

## 4.2 Routine en verrassende omstandigheden en gemeenschappelijke kennis

Omdat een onvoorspelbare omgeving een belangrijk kenmerk is van de situaties waarin veel C2 taken moeten worden uitgevoerd, werden de teams routine scenario's en verrassende scenario's voorgelegd. Verwacht werd dat de prestaties van de teams (in beide condities), op de verrassende scenario's slechter waren dan in de routine scenario's. Dit bleek echter niet het geval. Wanneer het bedreigde gebouw zich niet in het verwachte kwadrant bevond, moest de waarnemer alle gebouwen van het zelfde type in alle andere kwadranten aanklikken om de gevaarmelding te vinden. De verrassende scenario's waren opgezet in de veronderstelling dat de teams niet genoeg tijd hadden om het bedreigde gebouw (alsnog) te vinden. Hierdoor zou men niet tijdig met voldoende auto's aanwezig kunnen zijn bij dit gebouw. Dit verschil met de routine scenario's zou tot uitdrukking moeten komen in de scores. Uit een verdere analyse van de gegevens kon wel geconcludeerd worden, dat de waarnemers in de verrassende scenario's de gevaarmeldingen later doorgaven dan in de routine scenario's (gemeten met de variabele "Gevaartijd"). Dat dit verschil niet tot uitdrukking is gekomen in de prestatie op de variabele "Score" (het percentage slachtoffers), heeft waarschijnlijk te maken met de hoeveelheid auto's die in tijdstap 10 en 11 aanwezig waren bij de bedreigde gebouwen. Teams die, op het moment dat een bedreigd gebouw gaat branden, 3 (fabriek) of 4 (ziekenhuis) auto's aanwezig hebben, behalen bijna hetzelfde aantal slachtoffers als teams die op dat moment geen auto's aanwezig hebben maar een tijdstap later *alle* benodigde auto's (4 resp. 5) aanwezig hebben bij deze gebouwen. Voor eventueel vervolgonderzoek met de brandweertaak, is het wellicht wenselijk om de verschillen in inzet beter tot uitdrukking te laten komen in het percentage slachtoffers. Dit kan worden gerealiseerd door een aanpassing van de State-Transition-Diagrams (STD's). Een STD is een computerprogramma waarin is vastgelegd hoe de brand in een bepaald type gebouw verloopt (zie bijlage C). De STD's zouden zo veranderd kunnen worden dat het niet op tijd aanwezig laten zijn van voldoende brandweerauto's, onherroepelijk leidt tot het afbranden van het gebouw.

Tegen de verwachtingen in werden er geen tussengroepsverschillen gevonden in de prestaties op de verrassende scenario's. Dit gold zowel voor het aantal slachtoffers als de tijden waarop de gevaarmeldingen werden doorgegeven. Bij nadere analyse bleek dat de waarnemers in de experimentele conditie op de routine scenario's de gevaarmelding wel sneller doorgaven dan de waarnemers in de controle conditie. Het veronderstelde voordeel van

gemeenschappelijke kennis komt alleen tot uitdrukking als er slechts in één kwadrant gezocht moet worden, zoals bij de routine scenario's. De waarnemer in de experimentele conditie kan dan meteen gaan zoeken naar het bedreigde gebouw, terwijl de waarnemer in de controle conditie afhankelijk is van het moment waarop de beslisser de (correcte) kwadranten en gebouwen informatie doorgeeft. In de routinematige optimale-communicatie scenario's (OR) is al een verschil van gemiddeld 12 s aanwezig tussen de experimentele en de controle-groep in het doorgeven van gevaarmeldingen (75% van de waarnemers uit de controlegroep gaf in deze scenario's de gevaarmelding door, tegen 86% van de waarnemers uit de experimentele groep). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het wachten van de waarnemer in de controle conditie op de kwadranten en gebouwen informatie die de beslisser doorgeeft. Echter, in de verstoorde-communicatie scenario's (de helft van de routine-scenario's) kan de beslisser geen kwadranten en gebouwen informatie doorgeven aan de waarnemer. De slechts 36% waarnemers uit de controle conditie die in deze gevallen toch een gevaarmelding doorgaven moeten dus noodzakelijkerwijs langer hebben gezocht omdat ze niet wisten in welk kwadrant en naar welk gebouw ze moesten zoeken. Het verschil op deze SR-scenario's is gemiddeld 11s, bijna even groot als in de OR-scenario's. Dat hier geen sprake is van een additief effect (de 12 s wachttijd worden niet bij de 11 s zoektijd opgeteld) betekent dat de waarnemers in de controlegroep die de gevaarmelding doorgaven waarschijnlijk zelfstandig zijn gaan zoeken, zonder op de beslisser te wachten. Dit kunnen de waarnemers pas geleerd hebben na een aantal scenario's te hebben gespeeld. Deze interpretatie wordt ondersteund door het feit dat de waarnemers in de controlegroep pas op het eind van het eerste blok duidelijk meer gebouwen gingen aanklikken dan de waarnemers in de experimentele groep. In het blok SR-scenario's klikten de waarnemers uit de controle-groep per scenario gemiddeld 10 gebouwen meer aan dan de waarnemers uit de experimen-tele groep. Deze extra activiteit werd gericht op het zelfstandig zoeken naar een gevaarmel-ding, zonder te weten waar die zich precies bevond. De tijd die de waarnemers gemiddeld nodig hadden om de gevaarmelding te vinden in het blok SR is 117.46 s, ongeveer even lang als de waarnemers in de experimentele groep in de verrassende scenario's. De 64% die de gevaarmelding in het geheel niet vond is waarschijnlijk passief op de beslisser blijven wachten. Concluderend: de waarnemers in de experimentele groep kunnen na het herkennen van het patroon snel op zoek naar de gevaarmelding in het juiste kwadrant. De waarnemers in de controlegroep moeten wachten op de beslisser. Er zijn echter individuele verschillen tussen de waarnemers in de controlegroep: sommigen gaan zelfstandig op zoek naar gevaarmeldingen, ook al weten ze niet in welk kwadrant ze die moeten zoeken en of het een fabriek of een ziekenhuis betreft; anderen (de meerderheid) blijven passief wachten op de beslisser, hetgeen leidt tot een hoog percentage niet-doorgegeven gevaarmeldingen in de verstoorde-communicatie scenario's waar de beslisser helemaal geen patroon in herkent. Dit zou het verschil in prestatie tussen beide condities op de routine scenario's kunnen ver-klaren.

De verrassende scenario's beperken de teams in het *toepassen* van patroonherkennings-kennis. Welke teamleden *beschikken* over deze kennis doet dan niet ter zake. De prestatie op verrassende scenario's is hierdoor niet afhankelijk van het gemeenschappelijk hebben van kennis over dreigingen door de teamleden. Achteraf kan worden gesteld dat de operationali-satie van verrassende situaties, zoals die is gemaakt in dit experiment, wellicht niet geschikt

was om het effect van het gemeenschappelijk hebben van kennis door teamleden in verrassende situaties te onderzoeken.

### **4.3 Ecologische validiteit**

In dit onderzoek is getracht om, volgens de principes van Naturalistic Decision Making, de omstandigheden waaronder teams in Command & Control situaties taken moeten uitvoeren, zoveel mogelijk te simuleren onder experimentele omstandigheden. Zo was er bijvoorbeeld sprake van een complexe taak, tijdsdruk, verstoorde communicatie, hoge risico's en een grote verantwoordelijkheid. Het is natuurlijk de vraag of er met experimentele taken als deze werkelijk dezelfde omstandigheden worden gecreëerd als in een commandocentrale. De complexiteit van de taak, bijvoorbeeld, kan niet zo groot zijn als in de werkelijkheid, omdat gewerkt wordt met proefpersonen die de grote hoeveelheid domeinkennis van experts missen. Een ander verschil ligt wellicht in de belangen die op het spel staan. De prestatie van teams in een werkelijke C2-taak heeft vaak direct grote en ernstige gevolgen. In het experiment kan deze druk slechts enigszins gesimuleerd worden door goede prestaties te belonen.

### **4.4 Verder onderzoek**

Een interessante suggestie voor verder onderzoek betreft wellicht de relatie tussen de verschillende (technische) mogelijkheden tot communicatie tussen teamleden, het effect daarvan op (de behoefte aan) het gemeenschappelijk hebben van kennis over verschillende taakonderdelen door de teamleden en de uiteindelijke prestaties van teams in Command & Control taken. De brandweertaak lijkt hiervoor geschikte mogelijkheden te bieden. In het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, zijn de mogelijkheden tot communicatie tussen de teamleden beperkt. De teamleden kunnen elkaar niet zien of horen. Hoewel deze situatie voor sommige C2-taken realistisch zal zijn, geldt dit niet voor alle C2-taken. In die situaties, waarin de teamleden elkaar kunnen zien, of met elkaar kunnen praten zonder de beperkingen van gestandaardiseerde berichtgeving, zullen de effecten van gemeenschappelijke kennis wellicht anders zijn. Wanneer de proefpersonen in dit onderzoek de taak in elkaars nabijheid hadden kunnen uitvoeren en hen daarbij geen communicatieve beperkingen waren opgelegd, kan men zich voorstellen dat de beslissers in de experimentele conditie hun waarnemers al snel zouden informeren over patroonherkenning. Een (technische) communicatiestoring zou daarnaast opgevangen kunnen worden door andere manieren van communiceren.

## REFERENCES

- Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. & Converse, S.A. (1993). Shared Mental Models in Expert Team Decision Making. In N.J. Castellan jr. (Ed.), *Individual and group decision making: Current issues* (pp. 221-246). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. & Pruitt, J.S. (1996). Establishing the boundaries of a paradigm for decision-making research. *Human Factors*, 38, 193-205.
- Converse, S.A., Cannon-Bowers, J.A. & Salas, E. (1991). Team member shared mental models: A theory and some methodological issues. *Proceedings of the Human Factors Society 35th annual meeting* (pp. 1417-1421). Santa Monica: The Human Factors Society.
- Coury, B.G. & Terranova, M. (1991). Collaborative decision making in mynamic systems. *Proceedings of the Human Factors Society 35th annual meeting* (pp. 944-948). Santa Monica: The Human Factors Society.
- Delft, J.H. van & Schuffel, H. (Eds.) (1995). *Human Factors onderzoek voor toekomstige commando centrales KM* (Rapport TNO-TM 1995 A-19). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Duffy, L. (1993). Team decision making and technology. In N.J. Castellan jr. (Ed.), *Individual and group decision making: Current issues* (pp. 247-266). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dyer, J.L. (1984). Team research and team training: A state of the art review. In F.A. Muckler (Ed.), *Human Factors Review* (pp. 285-323). Santa Monica: The Human Factors Society.
- Hollenbeck, J.R., Ilgen, D.R., Sego, D.J., Hedlund, J., Major, D.A. & Phillips, J. (1995). Multilevel theory of team decision making: Decision performance in teams incorporating distributed expertise. *Journal of Applied Psychology*, 80, 292-316.
- Kaempf, G.L., Klein, G., Thordsen, M. & Wolf, S. (1996). Decision making in complex naval command-and-control environments. *Human Factors*, 38, 220-231.
- Klein, G.A. (1993). A recognition-primed decision model of rapid decision making. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 138-147). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Klein, G.A., Orasanu J., Calderwood, R. & Zsombok, C.E. (Eds.) (1993). *Decision making in action: Models and methods*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Orasanu, J. (1993). Decision making in the cockpit. In E.L. Wiener, B.G. Kanki & R.L. Helmreich (Eds.), *Cockpit resource management* (pp. 132-172). San Diego, CA: Academic Press.
- Orasanu, J. & Connolly, T. (1993). The reinvention of decision making. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 3-20). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Orasanu, J. & Salas, E. (1993). Team decision making in complex environments. In: G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 7-345). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Rouse, W.B., Cannon-Bowers, J.A. & Salas, E. (1992). The Role of Mental Models in Team Performance in Complex Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22, 1296-1308.



- Rouse, W.B. & Morris, N.M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, 359-363.
- Salas, E., Bowers, C.A. & Cannon-Bowers, J.A. (1995). Military team research: 10 years of progress. *Military Psychology*, 7, 55-75.
- Schraagen, J.M.C. (1995). *Besluitvorming in teams: Een onderzoeksparadigma* (Rapport TNO-TM 1995 B-1). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Schraagen, J.M.C. & Rasker, P.C. (1995). *Gemeenschappelijke mentale modellen en teambesluitvorming* (Rapport TNO-TM 1995 B-17). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Schraagen, J.M.C. & Rasker, P.C. (1996). *De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming van teams* (Rapport TM-96-B013). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Stout, R. & Salas, E. (1993). The role of planning in coordinated team decision making: Implications for training. *Proceedings of the Human Factors Society 37th annual meeting* (pp. 1238-1242). Santa Monica: The Human Factors Society.
- Volpe, C.E., Cannon-Bowers, J.E., Salas, E. & Spector, P.E. (1996). The impact of cross-training on team functioning: An empirical investigation. *Human Factors*, 38, 87-100. Santa Monica, CA: HFES.
- Weaver, J.L., Bowers, C.A., Salas, E. & Cannon-Bowers, J.A. (1995). Networked simulations: New paradigms for team performance research. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 27, 12-24.

Soesterberg, 17 oktober 1996



Dr. J.M.C. Schraagen  
(1<sup>e</sup> auteur, projectleider)

## BIJLAGE A      Beschrijving Experimentele taak

In deze bijlage wordt de experimentele taak beschreven. Ook wordt beschreven hoe de robots die voor de training werden gebruikt, zijn opgezet.

Voor dit experiment is gebruik gemaakt van de brandweertaak. Deze taak werd ontwikkeld door TNO-TM voor het onderzoek naar teambesluitvorming in Command & Control situaties (Schraagen, 1995). Met de brandweertaak zijn reeds verschillende experimenten uitgevoerd (Schraagen & Rasker, 1995). De brandweertaak werd voor dit experiment aangepast.

### **Experimentele opstelling**

De twee proefpersonen die deel uitmaken van het team zitten ieder in een aparte ruimte met elk een eigen monitor, waarop het een werkscherm, dat per teamlid verschilt, wordt weergegeven. De monitoren maken deel uit van een computersysteem waarop de software voor de computer-simulatie van de brandweertaak op is gestationeerd. De hardware is van het merk "Silicon Graphics" en er wordt gewerkt op een "Indy" workstation. De proefleider beschikt over een weergave van de werkschermen van beide proefpersonen en kan de voortgang van het experiment te controleren. De proefpersonen kunnen met behulp van een muis de cursor (in de vorm van een pijl) over het werkscherm bewegen. Door buttons en tekstregels op het werkscherm met de muis aan te klikken kunnen opdrachten worden uitgevoerd. Tussen de proefpersonen is tijdens de taakuitvoering geen direct auditief of visueel contact mogelijk. Communicatie tussen de proefpersonen kan alleen plaatsvinden door het verzenden en ontvangen van berichten met behulp van het computersysteem. De waarnemer en de beslisser hebben ieder een eigen werkscherm met een unieke lay-out. In de volgende paragrafen wordt eerst de opzet van de taak beschreven. Vervolgens worden de werkschermen van de waarnemer en van de beslisser beschreven.

### **Opzet van de taak**

Twee proefpersonen vormen samen een team, waarbij één proefpersoon de taak van waarnemer op zich neemt en de ander de taak van beslisser. De waarnemer beschikt op zijn werkscherm over een plattegrond van een stad waarop verschillende soorten gebouwen zichtbaar zijn. Deze plattegrond is verdeeld in 4 kwadranten. De experimentele taakuitvoering bestaat uit het "spelen" van 16 scenario's. Elk scenario dat door de teams wordt gespeeld, bestaat uit 12 tijdstappen van 15 seconden. Tijdens een scenario's ontstaan in verschillende gebouwen branden, aangestoken door een pyromaan die in de stad rondwaart. De pyromaan is voor de waarnemer niet zichtbaar. De beslisser is echter in staat te voorspellen (aan de hand van patroonherkenning) welk groot gebouw tegen het einde van een scenario zal gaan branden. De beslisser kan deze informatie aan de waarnemer doorgeven, door aan te geven welk type gebouw, in welk kwadrant gaat branden. De waarnemer dient met behulp van deze informatie op zoek te gaan naar het exacte gebouw dat wordt bedreigd. Dit gebouw kan worden herkend aan een gevaarmelding, die zichtbaar wordt op het moment dat het gebouw wordt aangeklikt. Deze gevaarmelding geeft aan in welke tijdstap van het scenario het gebouw gaat branden. Als deze informatie tijdig aan de beslisser wordt

doorgeven, kan hij of zij er voor zorgen dat er voldoende auto's beschikbaar zijn om de grote brand het hoofd te bieden.

Aan het eind van elk scenario verschijnt een venster (boven aan het werkscherm) met de score van het team op het scenario dat zojuist is gespeeld. De score bestaat uit twee getallen: het aantal slachtoffers dat zou vallen, als alle gebouwen die in het scenario gingen branden zouden zijn afgebrand en het aantal slachtoffers dat daadwerkelijk is gevallen. Hoe kleiner het aantal slachtoffers dat werkelijk is gevallen, hoe beter de teamprestatie.

### Werkscherm waarnemer

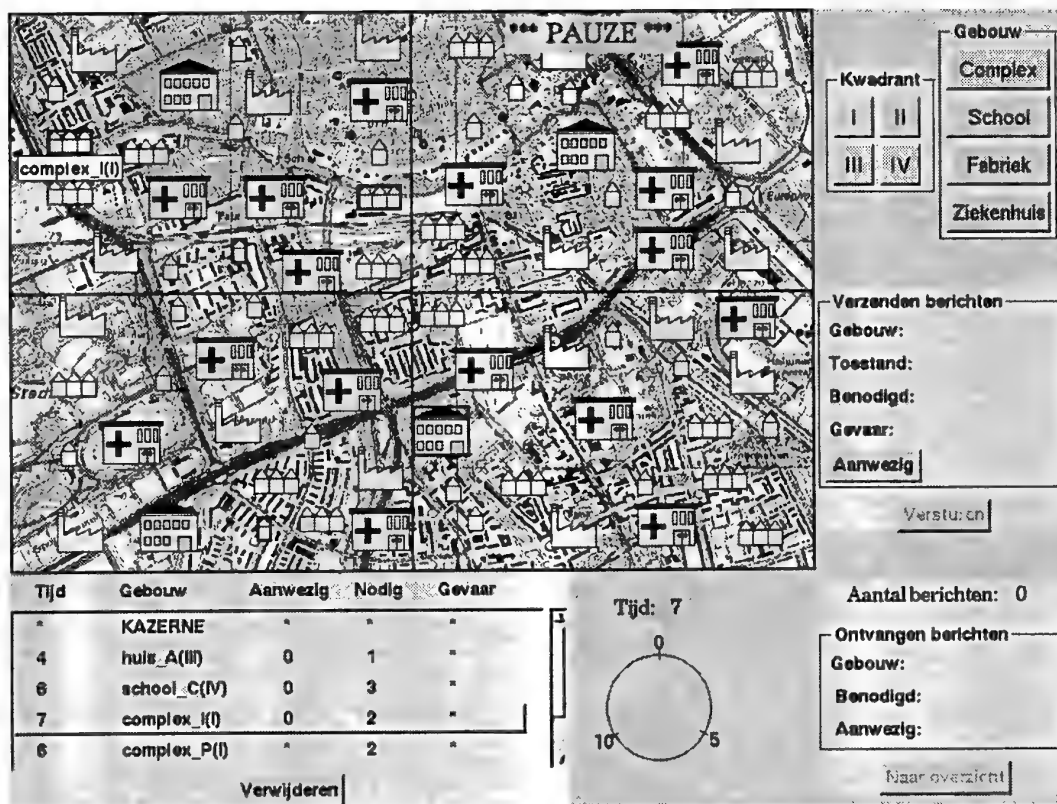


Fig. A1 Het werkscherm van de waarnemer.

### Stad

Op het werkscherm van de waarnemer wordt een plattegrond van een stad weergegeven (zie Fig. A1). Op deze plattegrond staan de volgende gebouwen: woonhuizen, huizencomplexen, scholen, fabrieken en ziekenhuizen. In Tabel A1 wordt een overzicht gegeven het soort en het aantal gebouwen, het aantal slachtoffers (per type gebouw) dat kan vallen en het aantal brandweerauto's dat, bij aanvang van een brand, minimaal nodig is om de brand te kunnen blussen.

Tabel A1 Typen gebouwen, aantal gebouwen in de stad, aantal slachtoffers bij volledig afbranden en het aantal minimaal benodigde brandweerauto's.

Gebouw	Totaal aantal	Aantal per kwadrant	Slachtoffers	Benodigd
Woonhuis	24	6	2	1
Huizencomplex	20	5	10	2
School	4	1	200	3
Fabriek	16	4	500	4
Ziekenhuis	16	4	1000	5

Wanneer een gebouw in de stad gaat branden, wordt dit duidelijk gemaakt door een opvallend rood kader om het betreffende gebouw. Bij de start van de brand knippert het kader. Het knipperen stopt als het gebouw met de muis wordt aangeklikt. Het rode kader blijft aanwezig zolang het gebouw brandt. Als de brand in een gebouw is geblust (brandmeester), wordt dit aangegeven door een groen kader. Gebouwen die zijn afgebrand, krijgen zwart kader met een rood kruis. Ook het groene en zwarte kader knipperen totdat de waarnemer het gebouw heeft aangeklikt.

#### *Gebouwen informatie*

Door met de muis een gebouw aan te klikken verschijnt een uniek gebouwenlabel, bijvoorbeeld "complex\_I(I)". Het romeinse cijfer geeft aan in welk kwadrant het gebouw staat. In het venster "Verzenden berichten" (links naast de plattegrond) verschijnt informatie over het gebouw dat is aangeklikt. Deze informatie betreft, naast het gebouwenlabel, de toestand van het gebouw (brand, brandmeester of afgebrand) en het minimum aantal brandweerauto's dat nodig is om de brand in het gebouw te blussen. Als het aangeklikte gebouw voorzien is van een gevaarmelding, dan wordt de tijdstap waarin dit gebouw gaat branden vermeldt achter "gevaar". Door de button "Versturen" aan te klikken (onder aan het venster) wordt de informatie over het gebouw verzonden naar de beslisser. Een kopie van dit bericht komt terecht in het overzichtsvenster (onder de plattegrond). In de kolom "tijd" van dit overzichtsvenster staat vermeld in welke tijdstap het bericht werd verstuurd.

#### *Verzenden en ontvangen van berichten*

Hierboven is al beschreven hoe de waarnemer informatie over gebouwen kan verzenden naar de beslisser. De waarnemer kan ook aan de beslisser vragen hoeveel brandweerauto's er aanwezig zijn bij een gebouw. Hij doet dit door een gebouw aan te klikken en vervolgens de button "Aanwezig" (onder aan het venster "Verzenden berichten") aan te klikken. Er verschijnt dan een vraagteken in de ruimte achter "Aanwezig".

De waarnemer ontvangt berichten van de beslisser in het venster "Ontvangen berichten" (in de rechter hoek onder aan het werkscherm). De waarnemer kan drie verschillende soorten berichten van de beslisser ontvangen, te weten: twee soorten mededelingen en één vraag:

- 1 Mededeling over het aantal auto's dat de beslisser bij een gebouw heeft ingezet. Er verschijnt een gebouwenlabel bij "Gebouw" en een getal (aantal auto's) bij "Aanwezig". Achter "Benodigd" komt een sterretje te staan; deze informatie is niet relevant voor de mededeling.
- 2 Mededeling over het aantal auto's dat nog in de kazerne aanwezig is en waar de beslisser dus nog over kan beschikken. Bij "Gebouw" wordt aangegeven dat het om de kazerne gaat, bij "Aanwezig" wordt het aantal auto's aangegeven dat beschikbaar is. De ruimte achter "Benodigd" wordt wederom gevuld met een sterretje.
- 3 Vraag over het actuele aantal benodigde auto's bij een bepaald gebouw. Nu ziet de waarnemer, naast een gebouwenlabel, een vraagteken staan achter "Benodigd". De ruimte achter "Aanwezig" wordt gevuld met een sterretje.

Door de button "Naar overzicht" aan te klikken, geeft de waarnemer aan, het bericht te hebben verwerkt. Het bericht verdwijnt dan uit het venster en komt terecht in het overzichtsvenster. Als de waarnemer berichten niet verwerkt, kan het gebeuren dat deze zich opstapelen. Het meest recente bericht komt dan "onder op de stapel" te liggen en kan pas worden gelezen als de andere berichten worden weggeklikt. Hierdoor wordt de waarnemer gedwongen zijn berichten steeds tijdig te verwerken.

### *Klok*

Onder aan het werkscherm wordt een klok weergegeven, die het verloop van de twaalf tijdstappen van een scenario aangeeft ( $12 \times 15$  seconden = 3 minuten). De klok start bij het maximum (15 seconden), loopt terug tot nul, begint weer bij het maximum en loopt opnieuw terug tot de nulwaarde enzovoort. Dit iteratief proces duurt voort tot het einde van het scenario.

### *Kwadrantenpaneel en gebouwenpaneel*

In de linker bovenhoek van het werkscherm bevinden zich het kwadrantenpaneel en het gebouwen paneel. Deze panelen spelen een belangrijke rol bij het herkennen van patronen (zie Tabellen A2 en A3). De vakjes met romeinse cijfers en gebouwtypen kunnen geel oplichten. Dit gebeurt als de beslisser, die op zijn eigen werkscherm over soortgelijke panelen beschikt, één van de buttons aanklikt. Hiermee geeft de beslisser aan welk type gebouw, in welk kwadrant, wordt bedreigd. De waarnemer kan door deze informatie het aantal gebouwen dat hij moet aanklikken om een gevaarmelding te vinden (en door te geven aan de beslisser), aanzienlijk beperken. Wanneer, bijvoorbeeld, de "IV" in het kwadrantenpaneel oplicht en "Fabriek" in het gebouwenpaneel, dan weet de waarnemer dat een fabriek in kwadrant IV wordt bedreigd. Er behoeven dan, in het ongunstigste geval slechts 4 fabrieken te worden aangeklikt om de juiste (bedreigde) fabriek te vinden. Beschikt men alleen over informatie over het type gebouw, dan dienen er in het ongunstigste geval 16 gebouwen (ziekenhuizen of fabrieken) aangeklikt te worden; vier in elk kwadrant (zie Tabel A1).

Tabel A2 Patroonherkenning, gebouwen informatie.

Patronen			Bedreigd gebouw
Complex	Huis	Huis	Fabriek
Complex	Complex	Huis	Fabriek
Complex	Complex	Complex	Ziekenhuis
Complex	Huis	Complex	Ziekenhuis

Tabel A3 Patroonherkenning, kwadranten informatie.

Patroon in:	Bedreigde gebouw in:
I	IV
II	III
III	II
IV	I

### Werk scherm beslissers

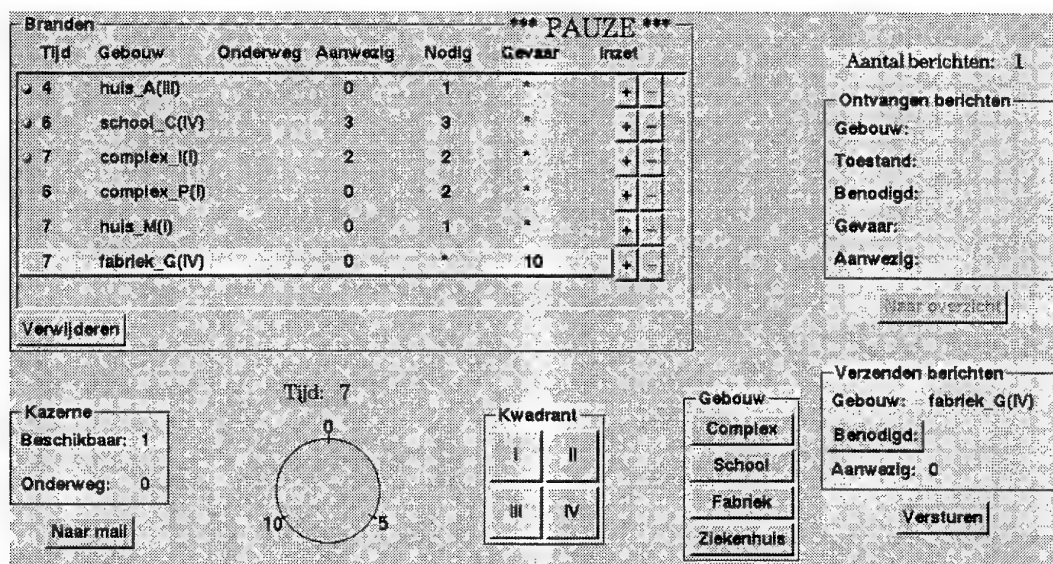


Fig. A2 Het werkscherm van de beslissers.

### Ontvangen berichten

De beslissers beschikt niet over een plattegrond van de stad (zie Fig. A2). De informatie over de toestand van de gebouwen in de stad wordt via het venster "Ontvangen berichten" (in de linker bovenhoek van het werkscherm) door de waarnemer aan de beslissers doorgegeven. Een ontvangen bericht kan, door de button "Naar overzicht" aan te klikken, in het overzicht

worden opgenomen. De beslisser kan drie soorten berichten ontvangen, te weten; twee soorten mededelingen en een vraag:

- 1 Bericht over een brand in een gebouw en het aantal benodigde auto's. Bij "Gebouw" verschijnt een gebouwenlabel met het type gebouw, bij "Toestand" wordt aangegeven dat er brand is en bij "Benodigd" wordt aangegeven hoeveel auto's er nodig zijn om de brand te blussen. Tevens staat er bij "Aanwezig" hoeveel auto's er al aanwezig zijn. De ruimte achter "Gevaar" wordt gevuld met een sterretje.
- 2 Bericht over een bedreigd gebouw (gevaarmelding). Bij "Gebouw" verschijnt een gebouwenlabel, bij "Toestand" het woord *gevaar* en bij "Gevaar" de tijdstap waarin het gebouw gaat branden. De overige items worden gevuld met een sterretje.
- 3 Vraag over hoeveel brandweerauto's er aanwezig zijn bij een gebouw. Wanneer bij "Aanwezig" een vraagteken staat dan wil de waarnemer graag van de beslisser weten hoeveel brandweerauto's bij een bepaald gebouw aanwezig zijn.

Heeft een beslisser een bericht gelezen, dan kan verdwijnt het bericht naar het overzichtsvenster "Branden", als de button "Naar overzicht" aangeklikt wordt.

### *Overzicht branden*

Het grootste venster op het werkscherm van de beslisser, is het venster "Branden". In dit venster wordt de informatie over de gebouwen in de stad overzichtelijk opgeslagen. Naast de informatie die al in het bericht stond (gebouwenlabel, toestand etc), wordt in het overzicht de tijdstap toegevoegd waarin de beslisser het bericht ontving.

Het overzichtsscherm biedt de beslisser tevens de mogelijkheid om de inzet van brandweerauto's te bepalen en te controleren. Het inzetten van auto's wordt gemanipuleerd door het aanklikken van de "+" of de "-" buttons in de rechter kolom van het venster. Één maal aanklikken betekent een verandering van 1 auto ten opzichte van de inzet op dat moment. Verandering in de inzet wordt aangegeven door een "1" of een "-1" die voor de +/- buttons verschijnt. Door het aantal klikken bepaalt de beslisser het aantal auto's dat moet worden ingezet of teruggehaald. Een verandering in de inzet van brandweerauto's wordt definitief, meteen *na het aanbreken van de tijdstap die volgt op de tijdstap waarin de verandering is aangebracht*. De ingezette brandweerauto's hebben dan nog één tijdstap nodig om bij het gebouw te aan te komen. Tijdens deze transporttijd worden de auto's weergegeven in de kolom "Onderweg". Als de brandweerauto's eenmaal aanwezig zijn bij een gebouw, is dit te zien aan het aantal auto's dat staat vermeld bij "Aanwezig". Door de button "Verwijderen" aan te klikken, kan de beslisser de gebouwen die zijn geblust of zijn afgebrand uit het overzicht halen.

### *Kazerne*

De beslisser heeft beschikking over zes brandweerauto's. In het venster "Kazerne" links onder op het werkscherm staat hoeveel auto's er beschikbaar zijn. Ook wordt in dit venster aangegeven hoeveel auto's er in totaal onderweg zijn. Door het aanklikken van de button "Naar mail" kan de beslisser de informatie over het aantal auto's dat nog beschikbaar is overbrengen naar het venster "Verzenden berichten". Vanuit hier kan de beslisser het

bericht versturen naar de waarnemer, bijvoorbeeld omdat deze daarom heeft gevraagd (zie werkscherm waarnemer).

### *Klok*

Ook de beslisser beschikt over een klok. Deze bevindt zich onder aan het werkscherm, naast het venster "Kazerne". De werking en de vormgeving van de klok is hetzelfde als bij de waarnemer (zie werkscherm waarnemer).

### *Kwadrantenpaneel en gebouwenpaneel*

Door één van de buttons op het kwadrantenpaneel of het gebouwenpaneel aan te klikken, kan de beslisser aan de waarnemer laten weten in welk kwadrant, welk type gebouw wordt bedreigd (zie werkscherm waarnemer).

### *Verzenden berichten*

Met het venster "Verzenden berichten" kan de beslisser berichten naar de waarnemer versturen. De beslisser moet daarvoor eerst in het overzichtsvenster een gebouw aan klikken. In het venster "Verzenden berichten" verschijnt dan automatisch het gebouwenlabel en het aantal auto's dat aanwezig is bij dit gebouw. In Fig. 3 bijvoorbeeld, is het onderste gebouw, fabriek G(IV), aangeklikt. In het venster "Verzenden berichten" is een gedeelte van de informatie die wordt weergegeven in het overzichtsvenster terug te vinden. Door de button "Versturen" aan te klikken, wordt deze informatie naar de waarnemer gezonden. Als de beslisser eenmaal een gebouw in het overzicht heeft aangeklikt, kan hij de waarnemer ook een vragen hoeveel brandweerauto's nog nodig zijn bij dat gebouw. De beslisser moet dan de button "Benodigd" in het venster "Verzenden berichten" aan klikken (en vervolgens de button "Versturen"). De beslisser kan ook aan zijn teamgenoot doorgeven hoeveel brandweerauto's beschikbaar zijn in de kazerne, zoals reeds werd beschreven (zie *kazerne*).

### **Robots**

Tijdens de trainingen spelen de proefpersonen niet met elkaar. De waarnemer speelt met een "beslisser-robot" en de beslisser met een "waarnemer-robot". Op deze manier worden de proefpersonen, tijdens de training, niet door elkaars fouten beïnvloedt. De "robots" zijn computerprogramma's die zo zijn ontworpen, dat zij als waarnemer resp. beslisser reageren op de proefpersonen. Deze programma's draaien tijdens de training simultaan, zodat beide proefpersonen, op het zelfde moment, de zelfde oefenscenario's kunnen spelen.

Het belangrijkste verschil tussen de waarnemer-robot en de menselijke waarnemer is zoeksnelheid. De robot vindt een bedreigd gebouw (gevaarmelding) vrijwel meteen na dat de beslisser de buttons van het gebouwenpaneel of kwadrantenpaneel heeft aangeklikt. De menselijke waarnemers zijn meestal niet zo snel. Daarnaast kan de waarnemer-robot niet anticiperen. Hij zoekt pas wanneer naar een gevaarmelding als de beslisser de "gebouwen informatie" en "kwadranten informatie" buttons heeft aangeklikt. De menselijke waarnemers



kunnen al naar het bedreigde gebouw zoeken zonder informatie ontvangen te hebben (als zij althans getraind zijn in het patroonherkenning).

Het belangrijkste verschil tussen de beslisser-robot en de menselijke robot, merkbaar voor de menselijke waarnemer, is het aantal vragen en berichten dat de robot verzendt. Dit aantal was soms zoveel, dat menselijke waarnemers soms besloten een gedeelte van, met name, de vragen te negeren.

## BIJLAGE B      Beschrijving scenario's

Voor dit experiment zijn 16 experimentele scenario's ontwikkeld. De scenario's zijn te verdelen in 4 categorieën van elk 4 scenario's, te weten; routine scenario's met optimale communicatie (OR), routine scenario's met suboptimale communicatie (SR), verrassende scenario's met optimale communicatie (OV) en verrassende scenario's met suboptimale communicatie (SV). Elk blok van 4 scenario's bestond uit 2 scenario's waarin het bedreigde gebouw een fabriek betrof en 2 scenario's waarin het bedreigde gebouw een ziekenhuis betrof. De volgorde van fabrieken en ziekenhuizen is random gevarieerd binnen elk blok.

### Algemene beschrijving

In elk scenario ontstaat brand in een fabriek of een ziekenhuis, het bedreigde gebouw. Deze brand wordt vooraf gegaan door een reeks branden in woonhuizen, complexen en scholen. Sommige van deze branden maken deel uit van het patronen (zie bijlage A). De scenario's duren 3 minuten, d.w.z. 12 tijdstappen van 15 seconden. In tijdstap 7 ontstaat er brand in het laatste gebouw dat deel uitmaakt van het patroon en wordt er een gevaarmelding zichtbaar als de waarnemer het bedreigde gebouw aanklikt. In alle scenario's ontstaat de brand in het bedreigde gebouw in tijdstap 10. Om op tijd en met voldoende brandweerauto's aanwezig te zijn bij dit bedreigde gebouw, is het noodzakelijk dat de beslisser brandweerauto's terugtrekt van actuele branden. Het scenario eindigt aan het eind van tijdstap 12.

### Optimale en verstoorde-communicatie scenario's

In de optimale-communicatie scenario's wordt de informatie van de waarnemer correct doorgegeven aan de beslisser. In de verstoorde-communicatie scenario's ontvangt de beslisser informatie over een ander gebouw, dan hetgeen de waarnemer op heeft verstuurd. Het gebouw waarover de beslisser informatie krijgt, is van hetzelfde type als het "werkelijke" gebouw dat op de plattegrond van de waarnemer gaat branden, maar ligt in een ander kwadrant. Het betreft altijd één gebouw per scenario en dit is altijd het middelste van de reeks gebouwen die het patroon vormen. Hierdoor wordt patroonherkenning voor de beslisser, in beide condities, bemoeilijkt. De waarnemer verkeert in de veronderstelling dat hij de goede informatie heeft verzonden. De waarnemers in de experimentele conditie, die getraind worden in patroonherkenning, kunnen hierdoor nog wel het patroon herkennen. De waarnemers in de controle conditie, die niet beschikt over kennis over patronen en dus moeten afgaan op de informatie van de beslisser, niet.

### Routine scenario's en verrassende scenario's

In de routine scenario's ligt het bedreigde gebouw in het kwadrant dat voorspeld kon worden op basis van patroonherkenning. Dit houdt in, dat het bedreigde gebouw gevonden kan worden in het kwadrant *schuin tegenover* het kwadrant waarin het patroon zich voordoet (I-IV, II-III en vice versa). In de verrassende scenario's ligt het bedreigde gebouw niet in het schuin tegenoverliggende kwadrant. De teams kunnen hun kennis over patronen slechts gedeeltelijk toepassen; alleen het soort gebouw dat wordt bedreigd, kan voorspeld worden.

## Overzicht scenario's

De volgorde waarin de scenario's hier onder worden weergegeven, is tevens de volgorde waarin zij tijdens het experiment werden aangeboden. In de eerste kolom wordt de tijdstap aangegeven, in de tweede kolom de naam van het gebouw, in de derde kolom het kwadrant waarin het gebouw lag en in de vierde kolom wordt vermeld of het gebouw ging branden of dat het werd voorzien van een gevaarmelding. Bij de scenario's met suboptimale communicatie staat tussen haakjes vermeld welke informatie de beslisser ontving van de waarnemer.

### Routine scenario's, Optimale communicatie

1

2 Huis A	III	brand
4 School C	IV	brand
5 Complex I	I	brand
6 Complex P	I	brand
7 Huis M	I	brand
7 Fabriek G	IV	gevaarmelding
10 Fabriek G	IV	brand

2

2 Huis B	I	brand
3 Complex K	I	brand
5 Complex T	III	brand
6 Huis U	III	brand
7 Complex E	III	brand
7 Ziekenhuis D	II	gevaarmelding
10 Ziekenhuis D	II	brand

3

2 School B	I	brand
3 Huis S	II	brand
5 Complex M	IV	brand
6 Complex F	IV	brand
7 Complex B	IV	brand
7 Ziekenhuis A	I	gevaarmelding
10 Ziekenhuis A	I	brand

4

3 Complex F	IV	brand
4 Complex U	IV	brand
5 Complex A	II	brand
6 Huis P	II	brand
7 Huis R	II	brand
7 Fabriek D	III	gevaarmelding
10 Fabriek D	III	brand

### Routine scenario's, Suboptimale communicatie

5

2 Huis N	III	brand
3 Huis H	III	brand
5 Complex Q	II	brand
6 Huis E	II	brand (Huis M I)
7 Complex R	II	brand
7 Ziekenhuis C	III	gevaarmelding
10 Ziekenhuis C	III	brand

6

2 School A	III	brand
3 Huis H	I	brand
5 Complex K	II	brand
6 Complex J	II	brand (Complex E II)
7 Complex N	II	brand
7 Ziekenhuis B	II	gevaarmelding
10 Ziekenhuis B	II	brand

7

2 Huis W	IV	brand
4 School D	III	brand
5 Complex A	I	brand
6 Complex N	I	brand (Complex F IV)
7 Huis P	I	brand
7 Fabriek A	III	gevaarmelding
10 Fabriek A	III	brand

8

3 Complex K	IV	brand
4 Complex E	III	brand
5 Complex N	IV	brand
6 Huis D	IV	brand (Complex G IV)
7 Huis M	IV	brand
7 Fabriek O	II	gevaarmelding
10 Fabriek O	II	brand

## Verrassende scenario's, Optimale communicatie

9

2 Huis X	IV	brand
4 School D	II	brand
5 Complex T	III	brand
6 Complex H	III	brand
7 Huis A	III	brand
7 Fabriek G	IV	gevaarmelding
10 Fabriek G	IV	gevaar

10

3 Complex K	I	brand
4 Complex R	II	brand
5 Complex F	IV	brand
6 Huis V	IV	brand
7 Huis G	IV	brand
7 Fabriek D	III	gevaarmelding
10 Fabriek D	III	gevaar

11

2 Huis S	II	brand
3 Complex A	II	brand
5 Complex F	IV	brand
6 Huis W	IV	brand
7 Complex U	IV	brand
7 Ziekenhuis D	II	gevaarmelding
10 Ziekenhuis D	II	gevaar

12

2 Huis B	I	brand
3 Huis P	II	brand
5 Complex T	III	brand
6 Complex H	III	brand
7 Complex G	III	brand
7 Ziekenhuis A	I	gevaarmelding
10 Ziekenhuis A	I	gevaar

## Verrassende scenario's, Suboptimale communicatie

13

2 Huis N	III	brand
4 School A	III	brand
5 Complex B	IV	brand
6 Complex C	IV	brand (Complex R II)
7 Huis H	IV	brand
7 Fabriek L	II	gevaarmelding
10 Fabriek L	II	brand

14

2 Huis U	III	brand
3 Complex N	I	brand
5 Complex D	II	brand
6 Huis E	II	brand (Huis M I)
7 Complex R	II	brand
7 Ziekenhuis D	II	gevaarmelding
10 Ziekenhuis D	II	brand

15

3 Complex M	IV	brand
4 Complex H	III	brand
5 Complex K	I	brand
6 Huis D	I	brand (Huis G IV)
7 Huis K	I	brand
7 Fabriek D	III	gevaarmelding
10 Fabriek D	III	brand

16

2 School C	IV	brand
3 Huis L	III	brand
5 Complex F	IV	brand
6 Complex C	IV	brand (Complex R II)
7 Complex M	IV	brand
7 Ziekenhuis C	II	gevaarmelding
10 Ziekenhuis C	II	brand

## BIJLAGE C      Beschrijving STD's

### Algemeen

De branden in gebouwen verlopen volgens een van te voren vastgelegd schema. Dit schema wordt States-Transitions-Diagram genoemd (STD). Hierin wordt vastgelegd hoe de brand zich ontwikkelt, afhankelijk van het aantal brandweerauto's dat aanwezig is en het moment waarop deze worden ingezet. Elke brand kent 10 toestanden, A t/m J. Toestand A is brandmeester en toestand J is afgebrand. Als een gebouw begint te branden dan bevindt de brand zich in toestand E. Op dat moment zijn, bij de verschillende typen gebouwen, verschillende aantallen brandweerauto's nodig. Zo heeft een woonhuis er 1 nodig en een ziekenhuis 5 (zie STD woonhuis en STD ziekenhuis). Vanaf het beginpunt E, kan de brand verergeren (richting J) of verminderen (richting A). De overgang van de ene toestand naar de andere vindt plaats aan het begin van een nieuwe tijdstap. Een voorbeeld om het één en ander te verduidelijken: In een woonhuis ontstaat in tijdstap 1 brand. De brand is dan in toestand E. Er moet op dat moment minimaal 1 auto *aanwezig zijn* om de toestand in de volgende tijdstap terug te brengen naar D. Wanneer er in tijdstap 1 nog geen auto's aanwezig zijn, verergerd de toestand van de brand en komt deze in tijdstap 2 in F terecht. Heeft men in tijdstap 2 nog geen auto's ingezet, dan komt de brand in tijdstap 3 in toestand G terecht, enz. Vanaf het moment dat de brand zich in toestand G bevindt, zijn er 2 auto's nodig om de brand een stap terug te dringen. Wanneer er in tijdstap 1 wel minimaal 1 auto aanwezig is gaat de brand een stap terug naar toestand D. Als het team steeds voldoende auto's aanwezig liet zijn bij deze brand, dan zou in tijdstap 5 toestand A, brandmeester, bereikt worden. De aanwezigheid van meer auto's dan noodzakelijk heeft overigens geen invloed op de snelheid waarmee de branden worden geblust.

De branden in de verschillende gebouwen verschillen niet alleen in het aantal auto's dat nodig is om de brand te blussen. Ook de gevolgen van het te laat inzetten of inzetten van te weinig auto's verschillen. In het voorbeeld van het woonhuis verergerde de toestand van de brand met 1 stap als er bij aanvang geen auto's aanwezig waren. Bij een fabriek echter, heeft het ontbreken van auto's bij aanvang van de brand veel grotere gevolgen: de toestand verspringt in de volgende tijdstap van E naar G en het team heeft bovendien meteen een auto extra nodig (5 in plaats van 4) om de brand weer onder controle te krijgen.

De experimentele scenario's stoppen aan het einde van tijdstap 12 (zie bijlage B). In tijdstap 10 ontstaat de brand in de fabriek of het ziekenhuis. Het is daarom niet mogelijk deze gebouwen volledig te redden. Het aantal gevallen slachtoffers werd berekend naar aanleiding van de toestand waarin de brandende gebouwen zich aan het einde van tijdstap 12 bevonden. Hoe verder de toestand van de brand was teruggedrongen, hoe kleiner het aantal slachtoffers.









## REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0183	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-B015
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 787.2	5. CONTRACT NUMBER B96-020	6. REPORT DATE 17 October 1996
7. NUMBER OF PAGES 41	8. NUMBER OF REFERENCES 23	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim
10. TITLE AND SUBTITLE  Het effect van gemeenschappelijke kennis op teambesluitvorming in een Command & Control taak (The effect of shared knowledge on team decision making in a Command and Control task)		
11. AUTHOR(S)  J.M.C. Schraagen and E.R. Koster		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)  TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)  TNO Defence Research Schoemakerstraat 97 2628 VK Delft		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE)  The effect of shared knowledge on team decision making in Command and Control tasks was investigated in the present research. In a simulated C2-task 22 teams of 2 subjects each played 16 scenarios. The scenarios varied in the disturbance of communication between team members and in whether they were routine or non-routine, that is whether knowledge acquired during training could be applied or not. In half of the teams both team members possessed knowledge for detecting threat patterns, in the other half of the teams only one team member possessed that knowledge and he or she had to explicitly instruct the other team member to detect threats. The results showed that teams in which knowledge was shared between team members performed better than teams in which knowledge was not shared. This "shared knowledge effect" was strongest in those situations in which communication was disturbed. The effect was absent in non-routine scenarios. There was, however, a positive effect of shared knowledge on the quick dissemination of threat reports in routine scenarios. We conclude that sharing specialist knowledge, such as required for threat assessment, can have positive effects on team decision making, particularly in situations in which the communication between team members is degraded.		
16. DESCRIPTORS  Command & Control Decision Making		IDENTIFIERS  Teams
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT  Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

## VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.